



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

**TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES**

# **PROYECTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL LOGÍSTICA DE 2400 M<sup>2</sup> SITUADA EN RIBA-ROJA DEL TÚRIA**

AUTOR: DAVID DÁVILA MARTÍNEZ

TUTOR: JOSÉ MIGUEL MONTALVA SUBIRATS

**Curso Académico: 2018-19**

## RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo el diseño de un edificio industrial destinado a logística en el municipio de Riba-roja del Túria (Valencia). Tendrá como función servir de almacén de pequeño electrodoméstico para su posterior venta y distribución a toda España.

Para la realización de los cálculos estructurales se han utilizado los programas del paquete de software CYPE, Generador de Pórticos y CYPE3D, Arquímedes también del software de CYPE para la elaboración del presupuesto y AUTOCAD para realizar el maquetado de los planos.

**Palabras clave:** Estructura metálica, CYPE, pórtico a dos aguas, altillo

## ÍNDICE DE DOCUMENTOS

1. MEMORIA DESCRIPTIVA
2. ANEXOS DE CÁLCULO
3. PRESUPUESTO
4. PLANOS

# MEMORIA DESCRIPTIVA

## ÍNDICE DE LA MEMORIA

|  |    |
|--|----|
| 1. OBJETO DEL PROYECTO .....                   | 4  |
| 2. INTRODUCCIÓN AL PROYECTO .....              | 4  |
| 2.1. Antecedentes.....                         | 4  |
| 2.2. Motivación.....                           | 4  |
| 3. NORMATIVA APLICADA.....                     | 4  |
| 4. LOCALIZACIÓN.....                           | 5  |
| 5. NORMATIVA URBANÍSTICA.....                  | 6  |
| 6. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.....                 | 7  |
| 7. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA.....           | 9  |
| 8. ACTUACIONES PREVIAS.....                    | 10 |
| 9. CIMENTACIÓN.....                            | 11 |
| 9.1. Hormigón de limpieza.....                 | 11 |
| 9.2. Zapatas.....                              | 11 |
| 9.3. Vigas de atado .....                      | 11 |
| 9.4. Placas de anclaje.....                    | 12 |
| 10. ESTRUCTURA.....                            | 12 |
| 10.1. Pórtico de fachada .....                 | 12 |
| 10.2. Pórtico interior.....                    | 13 |
| 10.3. Fachada lateral.....                     | 13 |
| 10.4. Sistema contraviento .....               | 14 |
| 10.5. Altillo para oficinas.....               | 14 |
| 10.6. Correas .....                            | 15 |
| 11. MEDICIONES.....                            | 17 |
| 11.1. Medición de la cimentación.....          | 17 |
| 11.2. Medición de la estructura .....          | 18 |
| 11.3. Medición de superficies .....            | 18 |
| 12. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS.....               | 19 |
| 12.1. Cerramientos laterales y cubiertas ..... | 19 |
| 12.2. Solera .....                             | 19 |

13. RESUMEN DEL PRESUPUESTO..... 20

## 1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del siguiente proyecto es el cálculo estructural de una nave dedicada a logística. Dicha nave tendrá una superficie de 2400 m<sup>2</sup> y está situada en la localidad de Riba-roja de Túria perteneciente a la provincia de Valencia.

Este documento ha de servir para plasmar los conocimientos adquiridos a lo largo del grado, sobre todo, en el campo de la construcción y las estructuras.

## 2. INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

### 2.1. Antecedentes

Nos encontramos, a modo ficticio, ante una empresa dedicada a la logística y distribución de pequeño electrodoméstico que ha decidido expandirse por el territorio nacional. Este hecho viene motivado por un encarecimiento del coste del transporte y de dificultades a la hora de realizar los pedidos. Por ello, se pretende construir una nave industrial en el parque logístico de Valencia con el fin de satisfacer las necesidades de sus clientes y abaratar costes de transporte.

### 2.2. Motivación

La principal motivación a la hora de realizar este trabajo académico es la obtención del grado en Tecnologías Industriales y la posibilidad de continuar el curso que viene con el Máster en Tecnología Industrial para poder ejercer como ingeniero superior.

Me he decantado por esta rama debido a asignaturas como Tecnología de la Construcción y la optativa de CAD básico en ingeniería de la construcción que han resultado bastante amenas y de gran utilidad para la realización de este trabajo académico.

## 3. NORMATIVA APLICADA

Se ha redactado este documento siguiendo la normativa española en el ámbito de la construcción:

- El Código Técnico de la Edificación Documento Básico de la Seguridad Estructural (CTE DB-SE) aprobado el 17 de Marzo de 2006 por el Real Decreto 314/2006.

Dentro del CTE, se han utilizado los siguientes documentos:

- Documento Básico Seguridad Estructural – Acciones de la edificación



Se ha seleccionado una parcela de 8322 m<sup>2</sup> anticipándose a la posibilidad de realizar futuras ampliaciones. Esta parcela con referencia catastral 2240702YJ1724S se encuentra dentro de la fase II del polígono (Parcela M3).



*Ilustración 2. Localización de la parcela*

## 5. NORMATIVA URBANÍSTICA

Según el Plan General de Ordenación Urbanística del municipio de Riba-roja de Túria, nuestra parcela (M3) se reserva para uso industrial y actividad logística. Se establece un retranqueo a lindes de parcela mínima de 10 metros. Para el caso particular de nuestra parcela debemos establecer una distancia mínima de 20 metros al menos a un vial principal con el fin de permitir y facilitar la maniobrabilidad (NORMAS URBANÍSTICAS PGOU. Sección 2<sup>a</sup>. Artículo 2.19).

En cuanto a la altura máxima permitida, se marca una altura reguladora máxima para nuestra parcela de 14 metros dispuestos para un máximo de 3 alturas. Nuestra nave tendrá de altura máxima 10,58 metros y contará con una planta adicional. La ocupación máxima será del 73 % y la edificabilidad es de 28620,18 m<sup>2</sup>t.

A continuación la siguiente tabla muestra la comparativa entre los valores de nuestro edificio y los máximos proporcionados por la normativa.

|                        | NORMATIVA           | VALOR REAL          |
|------------------------|---------------------|---------------------|
| Tamaño de parcela min. | 1500 m <sup>2</sup> | 8322 m <sup>2</sup> |
| Altura máxima          | 14 m                | 10.58 m             |
| Nº máximo de plantas   | 3                   | 1                   |
| Ocupación máxima       | 73 %                | 29 %                |
| Retranqueo mínimo      | 10 m                | > 10 m              |

Tabla 1. Valores comparativos de la normativa

## 6. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

La distribución espacial dentro del sector logístico es un factor determinante para la buena eficiencia de la planta. Por ello, debemos asegurar una distribución que no dificulte el flujo de material y de personas y en el que la carga y descarga de producto sea rápida y eficaz de manera que se reduzcan los tiempos.

La superficie de la nave será de 2400 m<sup>2</sup> y tendrá un altillo entre las alineaciones 1 y 4 de 138,75 m<sup>2</sup>. En concreto albergará una zona de oficinas donde se realizarán tareas administrativas, con un espacio total de 120 m<sup>2</sup>, y un baño de 18,75 m<sup>2</sup>.

En la planta principal de la nave estará situado el almacén de producto y próximo a éste una zona de servicio técnico donde se atenderán las demandas de los clientes y se procederá a la preparación de los pedidos. Se considerará una zona de carga y descarga de 200 m<sup>2</sup> separada en dos espacios de 100 m<sup>2</sup> donde se encuentran los muelles para los camiones. También se habilitará una recepción y diversos baños situados a lo largo de la nave. A continuación se muestra una tabla con el área de cada una de los espacios anteriormente detallados:

|   | SUPERFICIES              | ÁREA (m <sup>2</sup> ) |
|---|--------------------------|------------------------|
| 1 | Zona de carga y descarga | 200                    |
| 2 | Almacén de producto      | 1550                   |
| 3 | Servicio técnico         | 300                    |

|   |                          |       |
|---|--------------------------|-------|
| 4 | Zona de exposición       | 180   |
| 5 | Recepción                | 120   |
| 6 | Baño almacén             | 42.5  |
| 7 | Oficinas                 | 120   |
| 8 | Baño oficinas            | 18.75 |
| 9 | Baño para transportistas | 7.5   |

Tabla 2. Distribución de las superficies de la nave industrial

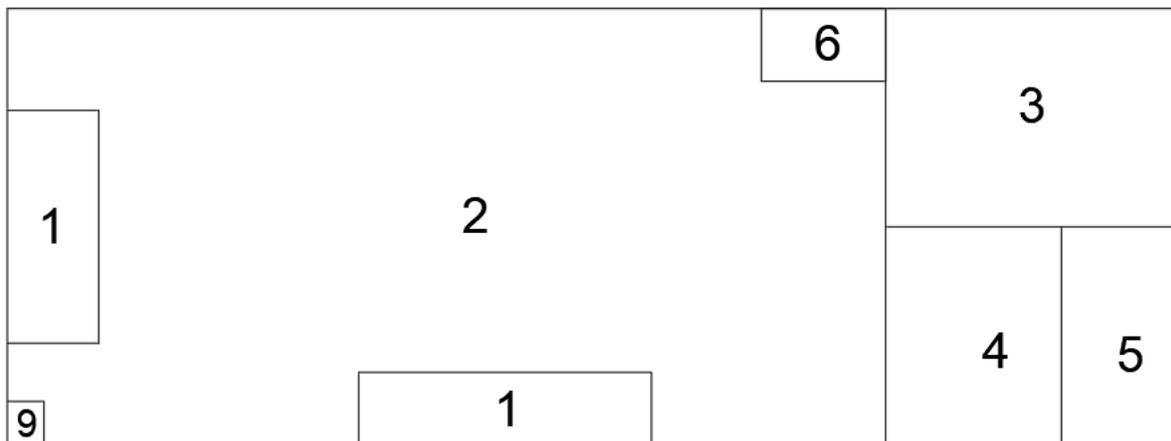


Ilustración 3. Distribución de la planta baja

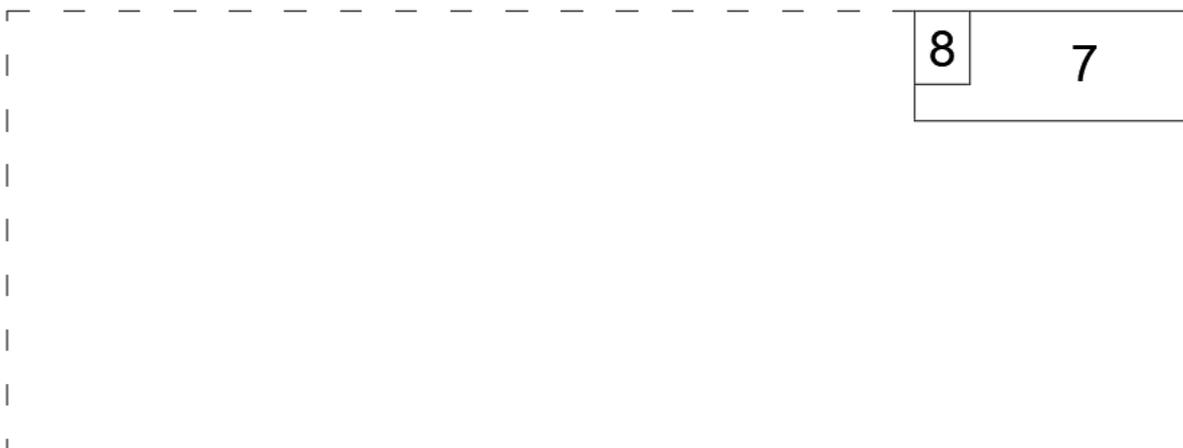


Ilustración 4. Distribución del altillo

## 7. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

A partir de las necesidades espaciales que se han supuesto se ha optado por una disposición de pórtico a dos aguas para la estructura proyectada. Esta estructura tendrá 30 metros de luz y 80 metros de longitud, 9 metros de altura de pilar con una inclinación de cubierta de 6º dando una altura máxima de cumbrera de 10,58 metros. La separación entre los pilares de fachada es de 7,5 metros y la crujía es de 6,15 metros lo que da lugar a 13 vanos.

La superficie total de la nave industrial a diseñar será de 2400 m<sup>2</sup>. Se diseñarán 14 pórticos en total, de los cuales podemos distinguir dos tipos: los pórticos de fachada dispuestos en las alineaciones 1 y 14 y 12 pórticos interiores entre las alineaciones 2 y 13. Finalmente la alineación D contendrá los pilares del altillo para oficinas.

Por otra parte, contaremos con cruces de San Andrés en las alineaciones A-B y D-E y en las fachadas laterales y la cubierta entre las alineaciones 1-2 y 13-14, y estos arriostramientos se encargarán principalmente de absorber las acciones causadas por el viento. También colocaremos cruces de San Andrés en las alineaciones 6-7 y 8-9 con la finalidad de paliar los efectos térmicos debido a la longitud de nuestra nave.

El sistema contraviento consiste en una viga Pratt con cruces de San Andrés con el fin de asegurar que las diagonales trabajen a tracción.

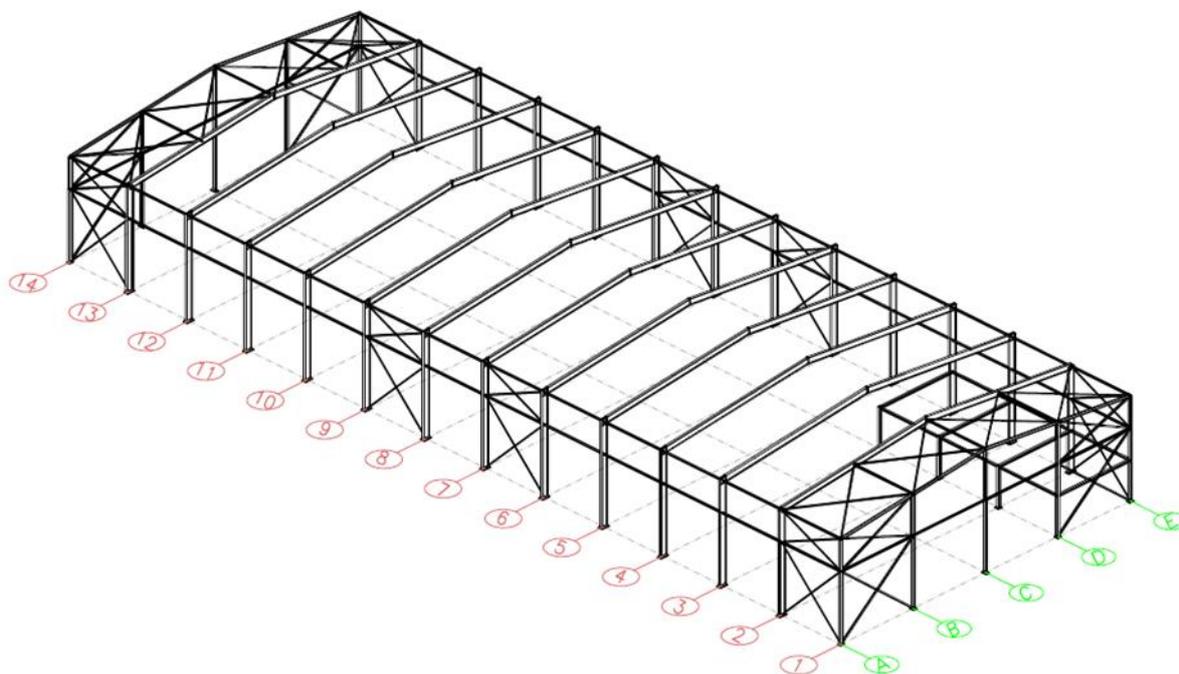


Ilustración 7. Vista de la estructura 3D

A continuación se mostrará el proceso seguido para la ejecución del dimensionamiento de los elementos estructurales:

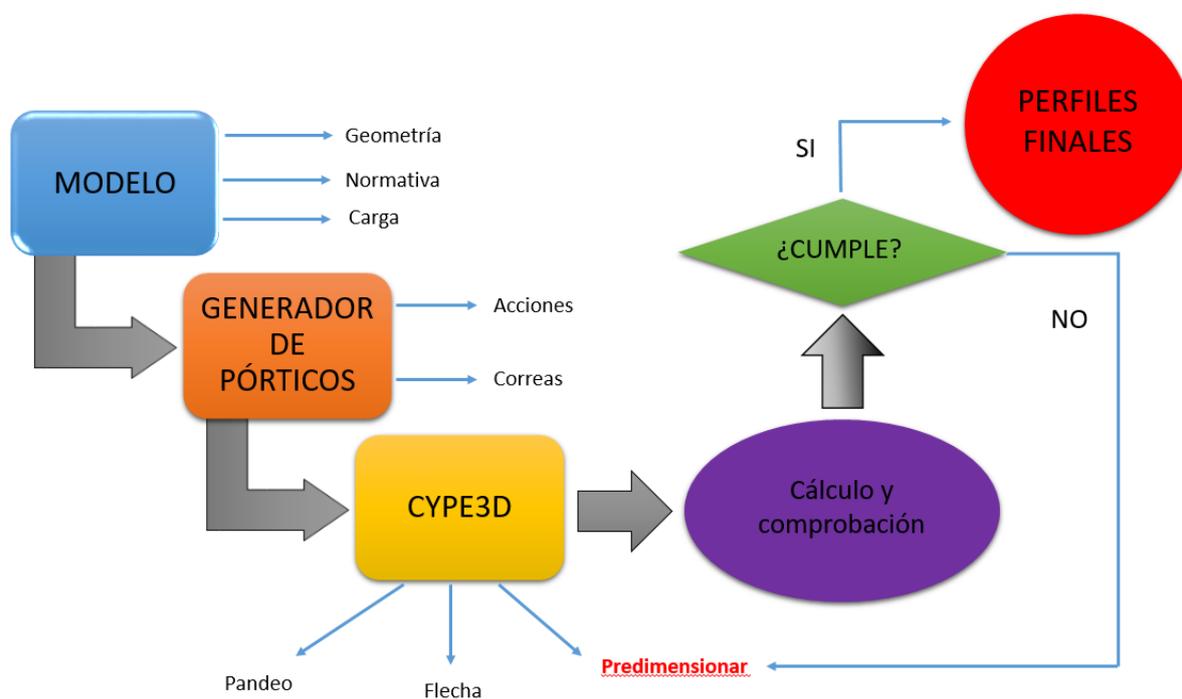


Ilustración 8. Proceso de ejecución

## 8. ACTUACIONES PREVIAS

Antes de comenzar con la construcción de la nave será necesario llevar a cabo una serie de actuaciones para acondicionar el terreno de la parcela y dejarlo preparado para las actuaciones posteriores.

En el presente proyecto no será necesario hacer una demolición debido a que la parcela escogida no se encuentra actualmente edificada. Después se procederá a la limpieza y desbroce del terreno. Esta parte consistirá en la retirada de escombros y la capa de tierra vegetal que pueda haber en la superficie de la parcela y se llevará a cabo por medios mecánicos.

Cuando nuestra superficie de parcela se encuentra limpia y libre de obstáculos se comenzará con la excavación de zanjas para la cimentación. Además, se realizará una compactación del terreno para prepararlo para asentamiento de los elementos de la cimentación. Todas estas actuaciones se realizarán también con medios mecánicos.

Por último, se transportará la tierra y los escombros sobrantes de estas actuaciones con camiones hacia el vertedero más próximo.

## 9. CIMENTACIÓN

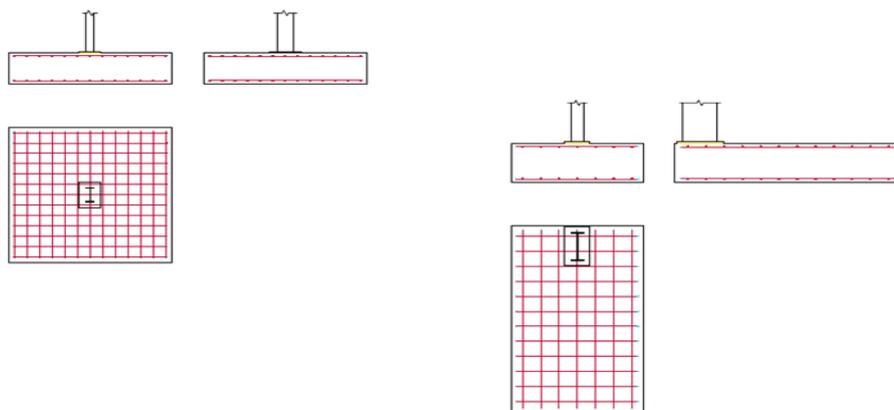
### 9.1. Hormigón de limpieza

Lo primero que debemos hacer una vez tenemos preparado el terreno es colocar una capa de hormigón de limpieza de 10 cm de profundidad con el fin de aislar las acciones posteriores de la posible contaminación y la desecación del hormigón estructural a la hora de verterse. Este procedimiento es normativo y está recogido en el DB SE-Cimentaciones. El hormigón de limpieza empleado será HL-150/B/20.

### 9.2. Zapatas

La estructura de la cimentación constará de 37 zapatas, una para cada uno de los pilares que conforman la estructura de la nave. De las cuales, 24 pertenecientes a los pórticos interiores, serán excéntricas rectangulares con el fin de obtener una mayor eficiencia. Las 13 restantes serán centradas cuadradas y corresponderán a los pilares de fachada y a los pilares del altillo para oficinas. Todas las características y dimensiones de las zapatas están recogidas en el plano de cimentaciones del capítulo Planos.

Las zapatas han sido calculadas con hormigón HA-25/B/20/IIa.



*Ilustración 9. Ejemplos de zapatas cuadrada y excéntrica*

### 9.3. Vigas de atado

Las vigas de atado son elementos de cimentación que se encargan de unir las zapatas y conseguir una estructura más estable. Estas vigas se han dispuesto tanto en el perímetro que conforma la nave (Alineaciones 1-14 y A-E) como uniendo los pilares que conforman el altillo para oficinas (Alineación D).

#### 9.4. Placas de anclaje

Las placas de anclaje son el elemento que une los pilares con las zapatas y que se encarga de soportar y transmitir los esfuerzos a la cimentación y éste al terreno. Además, asegura la verticalidad y la unión fija de los pilares de la nave.

Las placas de anclaje están compuestas por la placa base que recibe los esfuerzos de los pilares y los reparte al cimiento, las cartelas que aporten rigidez al conjunto y disminuyen los esfuerzos de flexión y por último los pernos que se encargan de unir las placas base a las zapatas.

Para nuestra estructura necesitamos un total de 37 placas de anclaje para cada uno de los pilares y se situarán encima de cada una de las zapatas. La estructura contará con 4 tipos distintos de placas de anclaje que están detallados en el documento Planos. El material utilizado para las cartelas y las placas base es acero S275 y para los pernos de anclaje y las armaduras un acero B500S.

### 10. ESTRUCTURA

#### 10.1. Pórtico de fachada

El pórtico de fachada se corresponde con las alineaciones 1 y 14 y se constituye como un pórtico a dos aguas. Estos están formados por 3 pilares interiores, 2 exteriores y 2 sistemas de arriostramiento en las alineaciones A-B y D-E constituido por perfiles L100x100x6. La jácena estará apoyada sobre las cabezas de los pilares con una separación de 7,5 metros con un perfil IPE220. Por último, tenemos un arriostramiento a una altura de 6,22 metros con el fin de reducir el radio de giro de los pilares dividiéndolos en dos partes.

La alineación 1 cuenta con uno de los montantes del altillo situado a una altura de 3,5 metros.

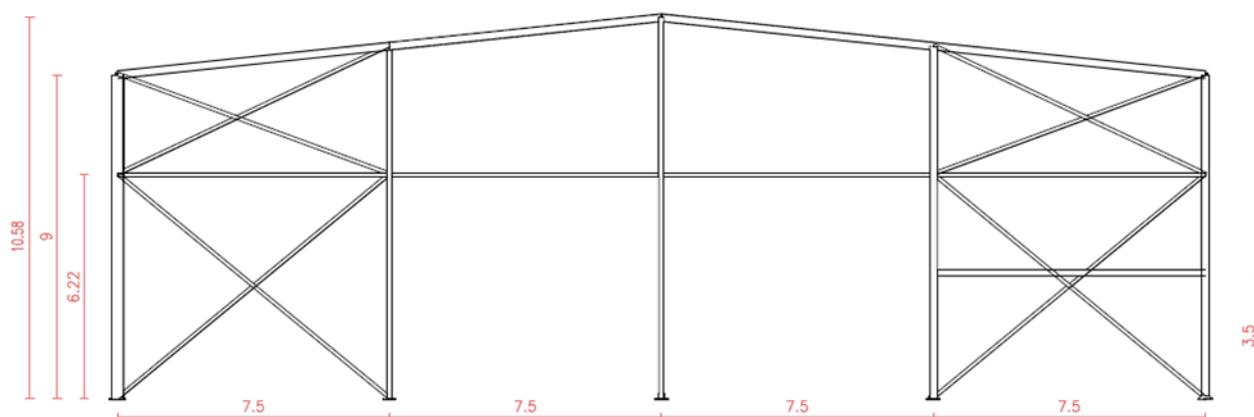


Ilustración 10. Pórtico de fachada – Alineación 1

Toda la información de estos elementos estructurales y los de posteriores apartados están recogidos en el documento Planos.

### 10.2. Pórtico interior

Los pórticos interiores se corresponden con un pórtico rígido a dos aguas con perfiles IPE550 para los pilares y perfiles IPE500 para las jácenas. Estos pórticos corresponden a las alineaciones 2-13. La estructura contará con 12 pórticos de este tipo, de los cuales los pórticos entre las alineaciones 2 y 4 contienen a los pilares y los montantes de la estructura del altillo.

Estos pórticos tendrán una altura de pilar de 9 metros con una luz de 30 metros y una inclinación de 6°.

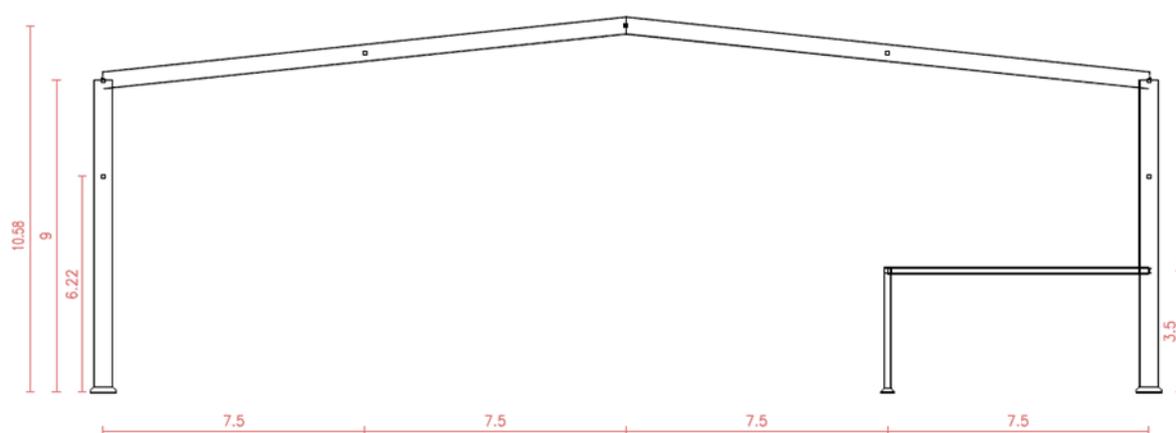


Ilustración 11. Pórtico interior – Alineaciones 2-4

### 10.3. Fachada lateral

La estructura cuenta con dos fachadas laterales de 80 metros de longitud y que disponen de arriostramientos con cruces de San Andrés en las alineaciones 1-2, 6-7, 8-9 y 13-14. Cuentan con vigas perimetrales uniendo las cabezas de los pilares con el fin de reducir el pandeo en los pilares.

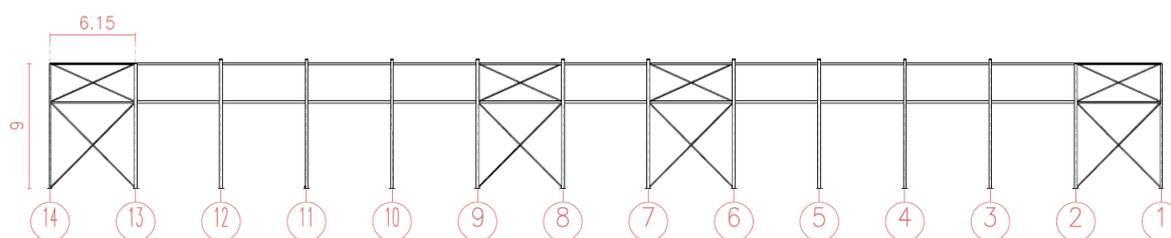
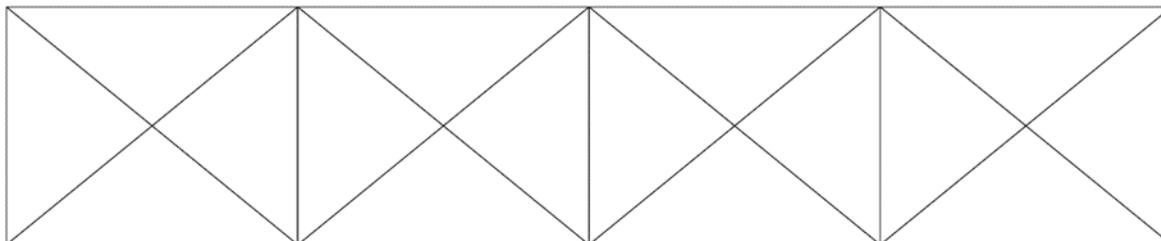


Ilustración 12. Fachada lateral – Alineación A

#### 10.4. Sistema contraviento

El sistema contraviento está formado por los montantes y diagonales y se ha resuelto con una tipología Pratt con las diagonales duplicadas para asegurar que trabajen a tracción. Este sistema se encarga de transferir las cargas del viento a los arriostramientos laterales y posteriormente a la cimentación.

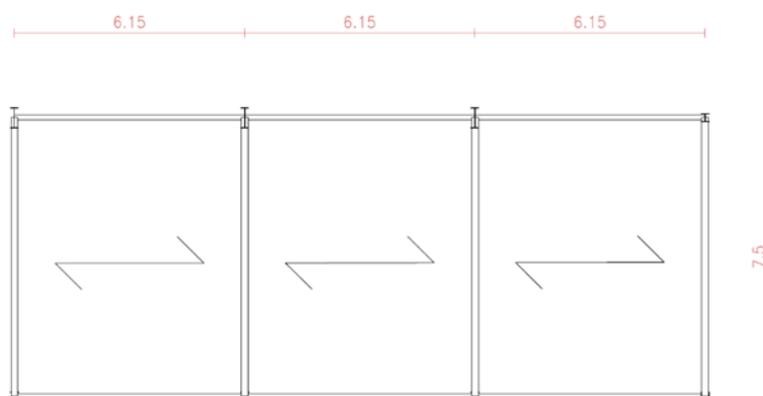


*Ilustración 13. Viga Pratt con doble diagonal*

#### 10.5. Altillo para oficinas

El altillo estará situado entre las alineaciones D-E y a una altura de 3,5 metros. La superficie del altillo será de 138.375 m<sup>2</sup>. Por una parte, los pilares que conformarán el altillo se encuentran en la fachada frontal, en la fachada lateral y se han añadido pilares en la alineación D en los tres primeros pórticos interiores (Alineaciones 2-4). Se han usado perfiles HEB con el fin de reforzar la estructura y evitar usar perfiles IPE más pesados.

El forjado del altillo se ha dispuesto con una sobrecarga para oficinas y la dirección de la carga se ha dispuesto en la dirección perpendicular a los pórticos.



*Ilustración 14. Forjado del altillo*

## 10.6. Correas

Se han dispuesto correas tanto en la cubierta como en las fachadas laterales y frontales. Estas se encargarán de transmitir los esfuerzos de los cerramientos y las acciones del viento a los pilares de los pórticos. Estas correas han sido calculadas fijando la separación entre correas y calculando el perfil más óptimo de la serie seleccionada.

En cubierta se han colocado un total de 20 correas CF-180x3.0 con una separación de 1,75 metros.

A continuación se adjuntan la tabla con la información referente a las características de las correas de cubierta.

| Perfil: CF-180x3.0<br>Material: S235   |                      |                      |              |                           |  |  |  |                                    |                                    |
|--|----------------------|----------------------|--------------|---------------------------|--|--|--|------------------------------------|------------------------------------|
|  | Nudos                |                      | Longitud (m) | Características mecánicas |  |  |  |                                    |                                    |
|  | Inicial              | Final                |              | Área (cm <sup>2</sup> )   | I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> ) | I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> ) | I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> ) | y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm) | z <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm) |
|  | 0.870, 79.950, 9.092 | 0.870, 73.800, 9.092 | 6.150        | 9.60                      | 457.60   | 44.45  | 0.29   | -12.47                             | 0.00                               |
| Notas:<br><sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado<br><sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme<br><sup>(3)</sup> Coordenadas del centro de gravedad |                      |                      |              |                           |  |  |  |                                    |                                    |
|    | Pandeo               |                      |              | Pandeo lateral            |  |  |  |                                    |                                    |
|  |                      | Plano XY             | Plano XZ     | Ala sup.                  | Ala inf.   |  |  |                                    |                                    |
|  | β                    | 0.00                 | 1.00         | 0.00                      | 0.00   |  |  |                                    |                                    |
|  | L <sub>k</sub>       | 0.000                | 6.150        | 0.000                     | 0.000  |  |  |                                    |                                    |
|  | C <sub>1</sub>       | -                    |              | 1.000                     |  |  |  |                                    |                                    |
| Notación:<br>β: Coeficiente de pandeo<br>L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m)<br>C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico                    |                      |                      |              |                           |  |  |  |                                    |                                    |

Tabla 3. Perfil correas de cubierta

En las fachadas laterales y frontales se han dispuesto 14 correas IPE140 separadas una distancia de 1,5 metros y que abarcarán todo el perímetro de la nave.

A continuación se adjunta la tabla de las correas laterales.

| Perfil: IPE 120<br>Material: S275  |   |                         |                      |                            |   |   |   |
|--|---|-------------------------|----------------------|----------------------------|---|---|---|
|  | Nudos   |                         | Longitud<br>d<br>(m) | Características mecánicas  |   |   |   |
|  | Inicial   | Final                   |                      | Área<br>(cm <sup>2</sup> ) | I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup><br>(cm <sup>4</sup> ) | I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup><br>(cm <sup>4</sup> ) | I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup><br>(cm <sup>4</sup> ) |
|  | 0.000, 73.800,<br>0.750   | 0.000, 67.650,<br>0.750 | 6.150                | 13.20                      | 318.00  | 27.70   | 1.74  |
|  | Notas:<br>(1) Inercia respecto al eje indicado<br>(2) Momento de inercia a torsión uniforme |                         |                      |                            |   |   |   |
|  | Pandeo  |                         | Pandeo lateral       |                            |   |   |   |
|  | Plano XY  | Plano XZ                | Ala sup.             | Ala inf.                   |   |   |   |
| $\beta$  | 0.00  | 1.00                    | 0.00                 | 0.00                       |   |   |   |
| L <sub>k</sub>   | 0.000   | 6.150                   | 0.000                | 0.000                      |   |   |   |
| C <sub>m</sub>   | 1.000   | 1.000                   | 1.000                | 1.000                      |   |   |   |
| C <sub>1</sub>   | -   |                         | 1.000                |                            |   |   |   |
| Notación:<br>$\beta$ : Coeficiente de pandeo<br>L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m)<br>C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos<br>C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico |   |                         |                      |                            |   |   |   |

Tabla 4. Perfil correas laterales

También se han considerado hacer los agujeros para las puertas de acceso para los camiones y de las ventanas y puertas para los viandantes pertinentes. Toda esta información está detallada en el documento Planos con la disposición de estos elementos y sus dimensiones.

## 11. MEDICIONES

En este apartado se detallan las mediciones utilizadas para el cálculo de la cantidad de los distintos elementos de nuestra nave, tanto en peso como en volumen.

### 11.1. Medición de la cimentación

Se han necesitado un total de 32,14 m<sup>3</sup> de hormigón de limpieza HL-150/B/20.

Para las zapatas se han usado 172,56 m<sup>3</sup> de hormigón armado HA-25/B/20/IIa. Para el armado del mismo se han necesitado 5029,5 kg de acero corrugado B500S.

| Elemento  | B 500 S, Ys=1.15 (kg) |           |        | Hormigón (m <sup>3</sup> ) |          |
|---|-----------------------|-----------|--------|----------------------------|----------|
|   | Ø12                   | Ø16       | Total  | HA-25, Yc=1.5              | Limpieza |
| Referencias: N3, N127, N128, N129, N68, N66 y N1                        | 7x57.51               |           | 402.57 | 7x2.00                     | 7x0.40   |
| Referencias: N8, N13, N18, N23, N28, N33, N38, N43, N48, N53, N63 y N58 |                       | 12x164.45 | 1973.4 | 12x5.67                    | 12x0.76  |
| Referencia: N75   | 60.63                 |           | 60.63  | 2.20                       | 0.44     |
| Referencias: N74, N73, N85, N84 y N83                                   | 5x123.9               |           | 619.5  | 5x4.06                     | 5x0.68   |
| Referencias: N61, N56, N51, N46, N41, N36, N31, N26, N21, N16, N11 y N6 |                       | 12x164.45 | 1973.4 | 12x5.67                    | 12x0.76  |
| Totales   | 1082.70               | 3946.80   | 5029.5 | 172.56                     | 24.76    |

Tabla 5. Medición zapatas

Para las vigas de atado se han usado 29,53 m<sup>3</sup> del mismo hormigón armado que las zapatas y se ha usado el mismo acero para las armaduras sumando 1411,72 kg de acero.

| Elemento   | B 500 S, Ys=1.15 (kg) |          |         | Hormigón (m <sup>3</sup> ) |          |
|--|-----------------------|----------|---------|----------------------------|----------|
|  | Ø8                    | Ø12      | Total   | HA-25, Yc=1.5              | Limpieza |
| Referencias: C [N8-N13], C [N13-N18], C [N18-N23], C [N23-N28], C [N28-N33], C [N33-N38], C [N38-N43], C [N43-N48], C [N48-N53], C [N127-N128], C [N53-N58], C [N58-N63], C [N63-N68], C [N66-N61], C [N61-N56], C [N128-N129], C [N129-N75], C [N56-N51], C [N51-N46], C [N46-N41], C [N41-N36], C [N36-N31], C [N31-N26], C [N26-N21], C [N21-N16], C [N16-N11], C [N11-N6], C [N6-N1] y C [N3-N8] | 29x8.66               | 29x24.07 | 949.17  | 29x0.65                    | 29x0.16  |
| Referencias: C [N53-N127], C [N128-N58], C [N68-N75], C [N75-N74], C [N74-N73], C [N73-N66], C [N129-N63], C [N1-N85], C [N85-N84], C [N84-N83] y C [N83-N3]   | 11x12.70              | 11x29.35 | 462.55  | 11x0.98                    | 11x0.24  |
| Totales  | 390.84                | 1020.88  | 1411.72 | 29.53                      | 7.38     |

Tabla 6. Medición vigas de atado

### 11.2. Medición de la estructura

El peso total de los perfiles de la estructura suma un total de 73452,28 kg de acero laminado S275.

| Resumen de medición |             |       |                 |            |           |              |                          |                         |                            |             |            |               |
|---------------------|-------------|-------|-----------------|------------|-----------|--------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------|------------|---------------|
| Material            |             | Serie | Perfil          | Longitud   |           |              | Volumen                  |                         |                            | Peso        |            |               |
| Tipo                | Designación |       |                 | Perfil (m) | Serie (m) | Material (m) | Perfil (m <sup>3</sup> ) | Serie (m <sup>3</sup> ) | Material (m <sup>3</sup> ) | Perfil (kg) | Serie (kg) | Material (kg) |
| Acero laminado      | S275        | IPE   | IPE 330         | 27.000     | 986.454   |              | 0.169                    | 8.140                   |                            | 1326.81     | 63897.02   |               |
|                     |             |       | IPE 220         | 60.332     |           |              | 0.202                    |                         |                            | 1581.84     |            |               |
|                     |             |       | IPE 550         | 216.000    |           |              | 2.894                    |                         |                            | 22721.04    |            |               |
|                     |             |       | IPE 500         | 361.992    |           |              | 4.199                    |                         |                            | 32962.96    |            |               |
|                     |             |       | IPE 270         | 50.530     |           |              | 0.232                    |                         |                            | 1820.67     |            |               |
|                     |             |       | IPE 140         | 270.600    |           |              | 0.444                    |                         |                            | 3483.70     |            |               |
|                     |             | HEB   | HE 180 B        | 59.290     | 128.800   |              | 0.387                    | 0.686                   |                            | 3039.24     | 5385.54    |               |
|                     |             |       | HE 140 B        | 69.510     |           |              | 0.299                    |                         |                            | 2346.31     |            |               |
|                     |             |       | L               |            |           |              |                          |                         |                            |             |            |               |
|                     |             | L     | L 100 x 100 x 6 | 110.559    | 390.228   |              | 0.130                    | 0.357                   |                            | 1024.11     | 2805.42    |               |
|                     |             |       | L 75 x 75 x 5   | 123.970    |           |              | 0.091                    |                         |                            | 714.30      |            |               |
|                     |             |       | L 75 x 75 x 6   | 155.699    |           |              | 0.136                    |                         |                            | 1067.02     |            |               |
|                     |             | SHS   | SHS 110x3.0     | 60.000     | 146.100   |              | 0.076                    | 0.174                   |                            | 593.59      | 1364.29    |               |
|                     |             |       | SHS 100x3.0     | 86.100     |           |              | 0.098                    |                         |                            | 770.70      |            |               |
|                     |             |       |                 |            |           |              | 1651.582                 |                         | 9.357                      |             |            |               |

Tabla 7. Medición de la estructura

Por otro lado tenemos las mediciones de las correas. Para las correas de cubierta tenemos perfiles CF-180x3.0 y para las correas laterales perfiles IPE120.

A continuación se adjunta la tabla con las mediciones de las correas:

| Medición de correas |               |                  |                                    |
|---------------------|---------------|------------------|------------------------------------|
| Tipo de correas     | Nº de correas | Peso lineal kg/m | Peso superficial kN/m <sup>2</sup> |
| Correas de cubierta | 20            | 150.76           | 0.05                               |
| Correas laterales   | 14            | 145.07           | 0.05                               |

Tabla 8. Medición de las correas

### 11.3. Medición de superficies

La siguiente tabla detalla los metros cuadrados de estructura a pintar.

| <b>Acero laminado: Medición de las superficies a pintar</b> |                 |   |              |                              |
|---|-----------------|---|--------------|------------------------------|
| Serie   | Perfil          | Superficie unitaria (m <sup>2</sup> /m) | Longitud (m) | Superficie (m <sup>2</sup> ) |
| IPE   | IPE 330         | 1.285                                   | 27.000       | 34.695                       |
|   | IPE 220         | 0.868                                   | 60.332       | 52.380                       |
|   | IPE 550         | 1.918                                   | 216.000      | 414.245                      |
|   | IPE 500         | 1.780                                   | 361.992      | 644.200                      |
|   | IPE 270         | 1.067                                   | 50.530       | 53.905                       |
|   | IPE 140         | 0.563                                   | 270.600      | 152.240                      |
| HEB   | HE 180 B        | 1.063                                   | 59.290       | 63.025                       |
|   | HE 140 B        | 0.826                                   | 69.510       | 57.415                       |
| L   | L 100 x 100 x 6 | 0.400                                   | 110.559      | 44.224                       |
|   | L 75 x 75 x 5   | 0.300                                   | 123.970      | 37.191                       |
|   | L 75 x 75 x 6   | 0.300                                   | 155.699      | 46.710                       |
| SHS   | SHS 110x3.0     | 0.429                                   | 60.000       | 25.767                       |
|   | SHS 100x3.0     | 0.389                                   | 86.100       | 33.531                       |
| <b>Total</b>  |                 |   |              | <b>1659.528</b>              |

Tabla 9. Medición de superficies

## 12. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

### 12.1. Cerramientos laterales y cubiertas

Para los cerramientos de cubierta y las fachadas frontales y laterales se ha optado por la colocación de paneles sándwich.

Los paneles de las fachadas laterales estarán formados por dos chapas metálicas lisas de acero galvanizado separadas por lana de roca como material aislante.

Para los paneles de cubierta se ha optado por paneles sándwich de tres grecas por una cara y la otra cara lisa, ambas metálicas y separadas por una lámina de poliuretano como aislante.

Este tipo de paneles son ideales ya que ofrecen un muy buen aislamiento y tienen poco peso haciéndolos perfectos para naves industriales.

### 12.2. Solera

La solera es un elemento que dispondremos sobre la superficie de la parcela y que sirve de revestimiento para el suelo. Está formado por varias capas. La primera será un compactado del terreno natural. La siguiente capa será una mezcla de arena y grava cuya finalidad es repartir las cargas sobre el terreno. Se añadirá una capa de polietileno como separación de esta última capa y la losa de hormigón evitando posibles contaminaciones y humedades del hormigón. Por último se añadirá una capa de hormigón armado de 20 cm, en nuestro caso hormigón HA-25/B/20/IIa con una malla electrosoldada ME 15x30Ø 8-8 B 500T 6x2,20 UNE-

EN 10080 como armadura de reparto. Al verterse el hormigón también añadiremos juntas de dilatación de 5 mm de espesor para controlar los efectos de contracción y retracción del hormigón debido a factores térmicos.

Para terminar se añadirá una capa de rodadura con una mezcla de cemento, áridos y minerales con el fin de proporcionarle más resistencia al conjunto.

### 13. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

En este apartado se presenta un resumen del presupuesto con su presupuesto de ejecución material y con el presupuesto base licitación del proyecto.

| Capítulo                                       | Importe (€)       |
|--|-------------------|
| <b>1 Acondicionamiento del terreno</b>         |                   |
| 1.1 Movimiento de tierras                      | 93.687,92         |
| <b>Total 1 Acondicionamiento del terreno :</b> | <b>93.687,92</b>  |
| <b>2 Cimentaciones</b>                         | <b>25.568,93</b>  |
| <b>3 Estructura</b>                            |                   |
| 3.1 Acero                                      | 145.242,99        |
| 3.2 Placas de anclaje                          | 5.336,82          |
| 3.3 Correas                                    | 75.058,23         |
| <b>Total 3 Estructura :</b>                    | <b>225.638,04</b> |
| <b>4 Forjado del altillo</b>                   | <b>9.536,81</b>   |
| <b>5 Elementos constructivos</b>               |                   |
| 5.1 Fachadas                                   | 146.662,12        |
| 5.2 Cubiertas                                  | 176.621,20        |
| 5.3 Carpintería y puertas                      | 22.723,16         |
| 5.4 Solera                                     | 71.448,00         |
| <b>Total 5 Elementos constructivos :</b>       | <b>417.454,48</b> |
| <b>6 Gestión de residuos</b>                   | <b>13.443,60</b>  |

|  |                     |
|--|---------------------|
| <b>Presupuesto de ejecución material (PEM)</b>                                   | <b>785.329,78</b>   |
| 13% de gastos generales  | 102.092,87          |
| 6% de beneficio industrial   | 47.119,79           |
| <b>Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)</b>               | <b>934.542,44</b>   |
| 21% IVA  | 196.253,91          |
| <b>Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)</b> | <b>1.130.796,35</b> |

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de UN MILLÓN CIENTO TREINTA MIL SETECIENTOS NOVENTA Y SEIS EUROS CON TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS.

A continuación se añade un gráfico en el que se puede observar cuánto ha costado en porcentaje cada fracción/fase del proyecto:

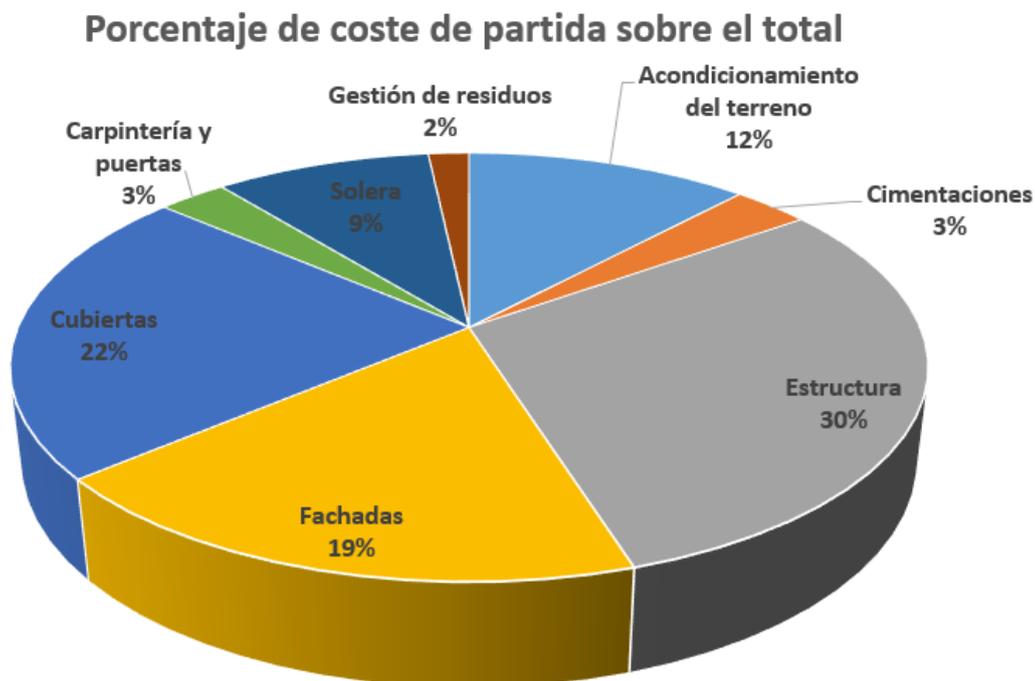


Ilustración 15. Gráfico costes del presupuesto

# ANEXOS DE CÁLCULO

## ÍNDICE DE LOS ANEXOS DE CÁLCULO

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUCCIÓN.....                                    | 4  |
| 2. ACCIONES.....  | 4  |
| 2.1. Cargas permanentes.....                            | 4  |
| 2.2. Sobrecarga de uso .....                            | 4  |
| 2.3. Carga del viento.....                              | 4  |
| 2.4. Carga de nieve .....                               | 5  |
| 2.5. Combinación de acciones .....                      | 6  |
| 3. MATERIALES.....                                      | 6  |
| 3.1. Acero.....   | 6  |
| 3.2. Hormigón.....                                      | 7  |
| 4. LISTADO DE LA CIMENTACIÓN.....                       | 8  |
| 4.1. Comprobación zapata N21 (Tipo 2).....              | 9  |
| 4.2. Comprobación vigas de atado C.1.....               | 10 |
| 5. LISTADO PÓRTICO INTERIOR.....                        | 11 |
| 5.1. Geometría.....                                     | 11 |
| 5.1.1. Nudos .....                                      | 11 |
| 5.1.2. Barras.....                                      | 12 |
| 5.2. Resultados barras .....                            | 13 |
| 5.2.1. Resistencia.....                                 | 13 |
| 5.2.2. Flecha .....                                     | 13 |
| 5.2.3. Comprobaciones E.L.U. ....                       | 14 |
| 5.3. Uniones.....                                       | 14 |
| 5.3.1. Especificaciones para uniones atornilladas ..... | 14 |
| 5.3.2. Comprobaciones placa de anclaje.....             | 15 |
| 5.3.3. Memoria de cálculo.....                          | 17 |
| 6. LISTADO DEL ALTILLO PARA OFICINAS.....               | 20 |
| 6.1. Geometría.....                                     | 21 |
| 6.1.1. Nudos .....                                      | 21 |
| 6.1.2. Barras.....                                      | 22 |

|        |                                  |    |
|--------|----------------------------------|----|
| 6.2.   | Resultados barras .....          | 23 |
| 6.2.1. | Resistencia.....                 | 23 |
| 6.2.2. | Flecha .....                     | 24 |
| 6.2.3. | Comprobaciones E.L.U. ....       | 25 |
| 7.     | LISTADO PÓRTICO DE FACHADA ..... | 25 |
| 7.1.   | Geometría.....                   | 26 |
| 7.1.1. | Nudos .....                      | 26 |
| 7.1.2. | Barras.....                      | 26 |
| 7.2.   | Resultados barras .....          | 27 |
| 7.2.1. | Resistencia.....                 | 27 |
| 7.2.2. | Flecha .....                     | 28 |
| 7.2.3. | Comprobaciones E.L.U. ....       | 29 |

## 1. INTRODUCCIÓN

Este documento ha sido realizado a partir de los cálculos y las comprobaciones obtenidas de los programas para arquitectura y construcción del software CYPE “Generador de Pórticos” y “CYPE3D”.

Se han sacado los listados y comprobaciones de los diferentes elementos que conforman nuestra nave. Debido a la limitada extensión del Trabajo de Fin de Grado, únicamente se mostrará en este escrito los resultados de un solo tipo de elemento constructivo de cada componente que conforma nuestra estructura.

## 2. ACCIONES

Para calcular la estructura se han supuesto las siguientes condiciones de carga: cargas permanentes debidas al peso propio de la estructura y a los cerramientos, sobrecarga de uso de categoría G1 y de categoría B, cargas correspondientes al altillo y por último las debidas al viento y la nieve.

### 2.1. Cargas permanentes

Las cargas permanentes consideradas han sido las proporcionadas por el peso propio de los elementos estructurales. El peso propio supone una carga de 28,71 kg/m<sup>2</sup>. Ambos cerramientos, tanto el lateral como el de cubierta aplican una carga de 0,15 kN/m<sup>2</sup> cada uno. Además, para las correas laterales se ha impuesto una carga de 0,05 kN/m<sup>2</sup> y para las correas de cubierta 0,05 kN/m<sup>2</sup>.

### 2.2. Sobrecarga de uso

Se ha considerado una sobrecarga de uso de categoría G1 para las cubiertas, no concomitante con el resto de acciones y de valor 0,4 kN/m<sup>2</sup>.

Además, se ha considerado una sobrecarga de uso categoría B para el altillo de oficinas, con un valor de 4 kN/m<sup>2</sup>.

### 2.3. Carga del viento

La carga de viento se corresponde con una zona eólica A, con grado de aspereza IV, utilizándose la altura de cumbrera para calcular el coeficiente de exposición.

## 2.4. Carga de nieve

Nuestra nave pertenece a una zona climática 5 con una altitud topográfica de 125 metros y exposición normal al viento. Las hipótesis de carga de nieve a considerar son:

1. N(EI): Nieve (Estado inicial)  
100 % de carga en ambos faldones
2. N(R)1: Nieve (Redistribución 1)

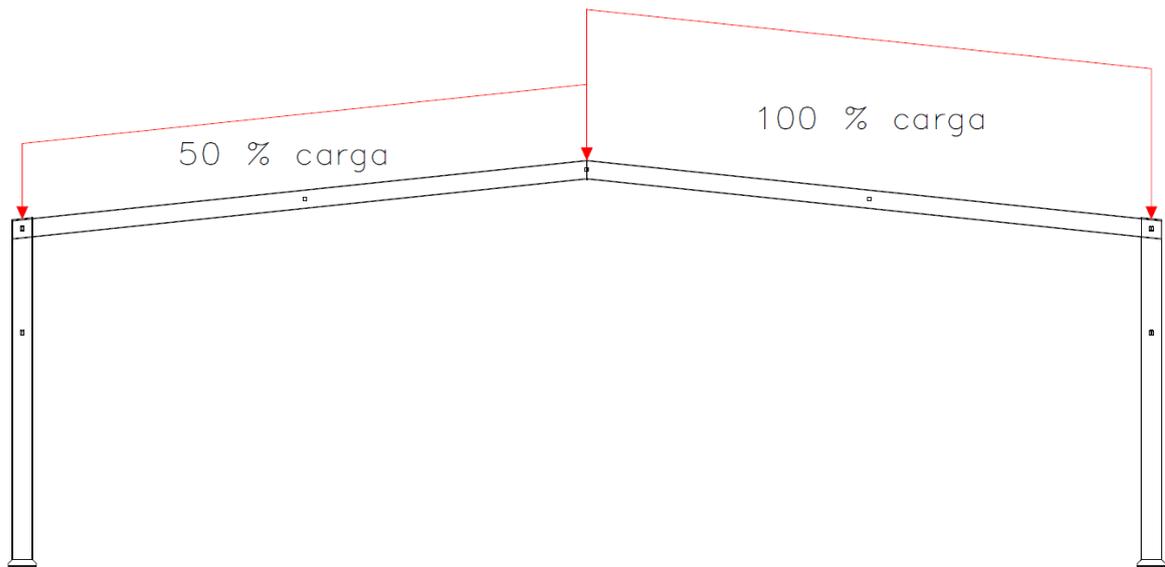


Ilustración 16. Redistribución 1

3. N(R)2: Nieve (Redistribución 2)

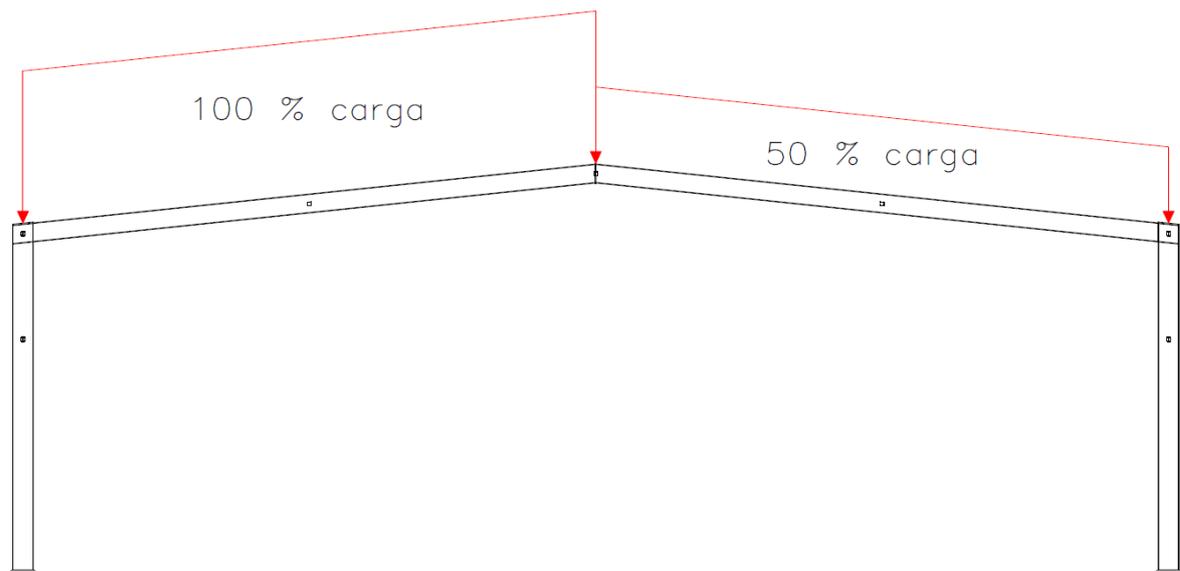


Ilustración 17. Redistribución 2

## 2.5. Combinación de acciones

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- **Con coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} \Psi_{p,1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{a,i} Q_{ki}$$

- **Sin coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

$G_k$  Acción permanente

$P_k$  Acción de pretensado

$Q_k$  Acción variable

$\gamma_G$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_P$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\Psi_{p,1}$  Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$  Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

## 3. MATERIALES

### 3.1. Acero

Se ha utilizado un acero S275 para las placas de anclaje y para los perfiles de la estructura de la nave. Para los pernos y los armados se ha usado un acero corrugado B500S. Para las correas de cubierta se ha optado por un acero conformado S235.

A continuación se muestra una tabla con las principales características de estos materiales:

| Tipo acero       | Acero | Lim. elástico (MPa) | Tensión de rotura (MPa) | Coef. Parciales de seguridad |
|------------------|-------|---------------------|-------------------------|------------------------------|
| Acero conformado | S235  | 235                 | 410                     | 1.05                         |
| Acero laminado   | S275  | 275                 | 360                     | 1.05                         |
| Acero corrugado  | B500S | 500                 | 550                     | 1.15                         |

Tabla 10. Características de los aceros

Para nuestra estructura hemos utilizado distintos tipos de perfiles. Estos se detallan en la siguiente tabla:

| Características mecánicas |             |      |                      |                      |                        |                        |                        |                        |                       |
|---------------------------|-------------|------|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| Material                  |             | Ref. | Descripción          | A (cm <sup>2</sup> ) | Avy (cm <sup>2</sup> ) | Avz (cm <sup>2</sup> ) | Iyy (cm <sup>4</sup> ) | Izz (cm <sup>4</sup> ) | It (cm <sup>4</sup> ) |
| Tipo                      | Designación |      |                      |                      |                        |                        |                        |                        |                       |
| Acero laminado            | S275        | 1    | IPE 330, (IPE)       | 62.60                | 27.60                  | 20.72                  | 11770.00               | 788.00                 | 28.20                 |
|                           |             | 2    | IPE 220, (IPE)       | 33.40                | 15.18                  | 10.70                  | 2772.00                | 205.00                 | 9.07                  |
|                           |             | 3    | IPE 550, (IPE)       | 134.00               | 54.18                  | 51.51                  | 67120.00               | 2668.00                | 123.00                |
|                           |             | 4    | IPE 500, (IPE)       | 116.00               | 48.00                  | 42.96                  | 48200.00               | 2142.00                | 89.30                 |
|                           |             | 5    | HE 220 B, (HEB)      | 91.00                | 52.80                  | 16.07                  | 8091.00                | 2843.00                | 76.57                 |
|                           |             | 6    | IPE 270, (IPE)       | 45.90                | 20.66                  | 14.83                  | 5790.00                | 420.00                 | 15.90                 |
|                           |             | 7    | L 100 x 100 x 6, (L) | 11.80                | 5.64                   | 5.64                   | 111.10                 | 111.10                 | 1.40                  |
|                           |             | 8    | SHS 110x3.0, (SHS)   | 12.60                | 5.35                   | 5.35                   | 238.01                 | 238.01                 | 373.47                |
|                           |             | 9    | L 75 x 75 x 5, (L)   | 7.34                 | 3.50                   | 3.50                   | 38.77                  | 38.77                  | 0.60                  |
|                           |             | 10   | IPE 140, (IPE)       | 16.40                | 7.56                   | 5.34                   | 541.00                 | 44.90                  | 2.45                  |
|                           |             | 11   | SHS 100x3.0, (SHS)   | 11.40                | 4.85                   | 4.85                   | 176.77                 | 176.77                 | 278.63                |
|                           |             | 12   | L 75 x 75 x 6, (L)   | 8.73                 | 4.14                   | 4.14                   | 45.83                  | 45.83                  | 1.04                  |
|                           |             | 13   | HE 180 B, (HEB)      | 65.30                | 37.80                  | 11.63                  | 3831.00                | 1363.00                | 42.16                 |
|                           |             | 14   | HE 140 B, (HEB)      | 43.00                | 25.20                  | 7.31                   | 1509.00                | 549.70                 | 20.06                 |

*Notación:*  
 Ref.: Referencia  
 A: Área de la sección transversal  
 Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'  
 Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'  
 Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'  
 Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'  
 It: Inercia a torsión  
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

Tabla 11. Características mecánicas de perfiles de acero laminado

### 3.2. Hormigón

Se han utilizado dos tipos de hormigón para la realización del proyecto principalmente para los elementos de la cimentación.

Se ha empleado una capa de hormigón de limpieza HL-150/B/20 como nivelación de la superficie y siendo un medio para limpiar el terreno de la posible contaminación.

Para el resto de elementos de la cimentación se ha optado por un hormigón armado HA-25/B/20/IIa que tiene una tensión de rotura de 25 MPa y un coeficiente parcial de seguridad de 1,5.

#### 4. LISTADO DE LA CIMENTACIÓN

Para nuestra nave se ha dispuesto una distribución de zapatas aisladas como soporte de los pilares, unidas entre sí por medio de vigas de atado. A continuación se muestra una imagen con la disposición en planta de estos elementos.

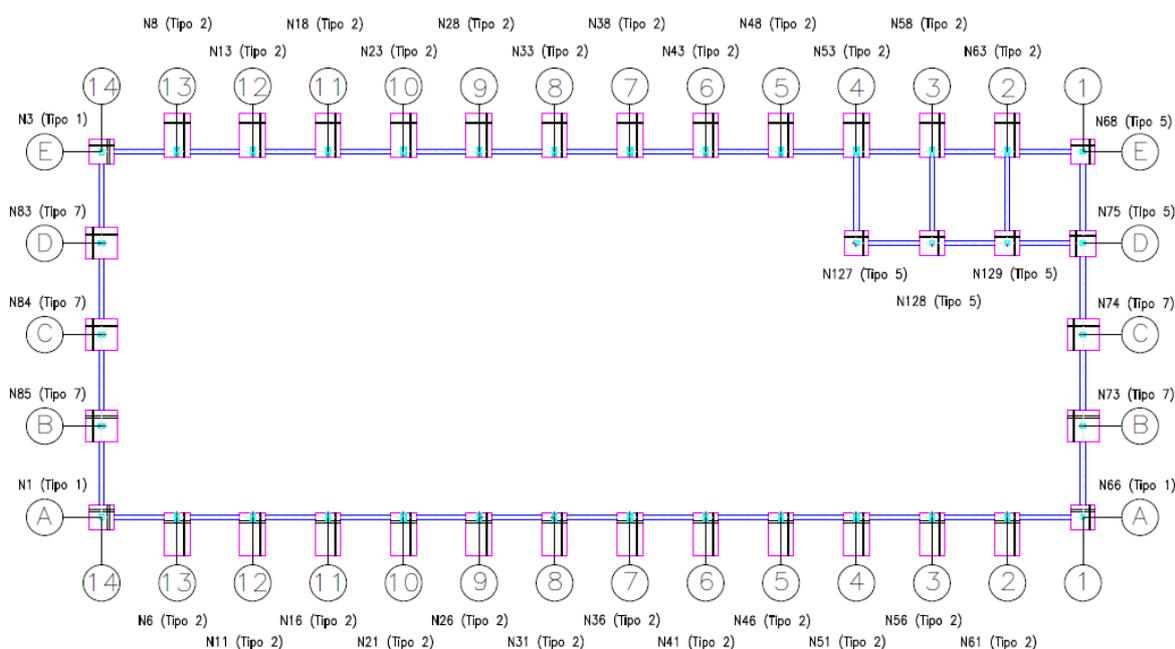


Ilustración 18. Planta de la cimentación

Para la cimentación se ha utilizado una capa de hormigón de limpieza HL-150/B/20 de 10 cm para que el entramado de la cimentación no descansa sobre el terreno. Para las zapatas y vigas de atado se ha utilizado un hormigón HA-25/B/20/IIa con un acero B500S para el armado.

La cimentación estará formada por 37 elementos aislados, distinguiéndose 4 tipos de zapatas con diferentes dimensiones. Se mostrarán los resultados de comprobación de la zapata tipo 2

que se corresponde con los apoyos de los pilares de los pórticos interiores, siendo el elemento que más se repite en la cimentación y de las propias vigas de atado.

#### 4.1. Comprobación zapata N21 (Tipo 2)

| Referencia: N21<br>Dimensiones: 210 x 360 x 75<br>Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29  |                                   |        |
|---|-----------------------------------|--------|
| Comprobación  | Valores                           | Estado |
| Canto mínimo:<br><i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>  | Mínimo: 25 cm<br>Calculado: 75 cm | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación:<br>-N21:  | Mínimo: 54 cm<br>Calculado: 67 cm | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima:<br><i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>   | Mínimo: 0.0009                    |        |
| - Armado inferior dirección X:  | Calculado: 0.0009                 | Cumple |
| - Armado superior dirección X:  | Calculado: 0.0009                 | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:  | Calculado: 0.0009                 | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:  | Calculado: 0.0009                 | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras:<br><i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>   | Mínimo: 12 mm                     |        |
| - Parrilla inferior:  | Calculado: 16 mm                  | Cumple |
| - Parrilla superior:  | Calculado: 16 mm                  | Cumple |
| Separación máxima entre barras:<br><i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>  | Máximo: 30 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:  | Calculado: 29 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:  | Calculado: 29 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:  | Calculado: 29 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:  | Calculado: 29 cm                  | Cumple |
| Separación mínima entre barras:<br><i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> | Mínimo: 10 cm                     |        |
| - Armado inferior dirección X:  | Calculado: 29 cm                  | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y:  | Calculado: 29 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección X:  | Calculado: 29 cm                  | Cumple |
| - Armado superior dirección Y:  | Calculado: 29 cm                  | Cumple |
| Longitud de anclaje:<br><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>                             |                                   |        |
| - Armado inf. dirección X hacia der:  | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 21 cm | Cumple |

| Referencia: N21                                      |                                    |        |
|--|------------------------------------|--------|
| Dimensiones: 210 x 360 x 75                          |                                    |        |
| Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29 |                                    |        |
| Comprobación   | Valores                            | Estado |
| - Armado inf. dirección X hacia izq:                 | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 21 cm  | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba:              | Mínimo: 0 cm<br>Calculado: 0 cm    | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo:               | Mínimo: 16 cm<br>Calculado: 218 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der:                 | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 21 cm  | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq:                 | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 21 cm  | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba:              | Mínimo: 0 cm<br>Calculado: 0 cm    | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo:               | Mínimo: 19 cm<br>Calculado: 218 cm | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                  |                                    |        |

#### 4.2. Comprobación vigas de atado C.1

| Referencia: C.1 [N26-N21] (Viga de atado)  |                                      |        |
|--|--------------------------------------|--------|
| -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm  |                                      |        |
| -Armadura superior: 2Ø12   |                                      |        |
| -Armadura inferior: 2Ø12   |                                      |        |
| -Estribos: 1xØ8c/30  |                                      |        |
| Comprobación   | Valores                              | Estado |
| Diámetro mínimo estribos:  | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm      | Cumple |
| Separación mínima entre estribos:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>                   | Mínimo: 3.7 cm<br>Calculado: 29.2 cm | Cumple |
| Separación mínima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>            | Mínimo: 3.7 cm                       |        |
| - Armadura superior:   | Calculado: 26 cm                     | Cumple |
| - Armadura inferior:   | Calculado: 26 cm                     | Cumple |
| Separación máxima estribos:<br>- Sin cortantes:<br><i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i> | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm    | Cumple |
| Separación máxima armadura longitudinal:<br><i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>            | Máximo: 30 cm                        |        |
| - Armadura superior:   | Calculado: 26 cm                     | Cumple |
| - Armadura inferior:   | Calculado: 26 cm                     | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones  |                                      |        |



### 5.1.2. Barras

#### 5.1.2.1. Materiales utilizados

| Materiales utilizados |             |            |       |            |                |                       |                                  |
|-----------------------|-------------|------------|-------|------------|----------------|-----------------------|----------------------------------|
| Material              |             | E<br>(MPa) | $\nu$ | G<br>(MPa) | $f_y$<br>(MPa) | $\alpha_t$<br>(m/m°C) | $\gamma$<br>(kN/m <sup>3</sup> ) |
| Tipo                  | Designación |            |       |            |                |                       |                                  |
| Acero laminado        | S275        | 210000     | 0.300 | 81000      | 275            | 0.000012              | 77.01                            |

Notación:  
*E*: Módulo de elasticidad  
 *$\nu$* : Módulo de Poisson  
*G*: Módulo de cortadura  
 *$f_y$* : Límite elástico  
 *$\alpha_t$* : Coeficiente de dilatación  
 *$\gamma$* : Peso específico

#### 5.1.2.2. Descripción

| Descripción    |             |                  |                  |               |                 |              |              |                           |                           |
|----------------|-------------|------------------|------------------|---------------|-----------------|--------------|--------------|---------------------------|---------------------------|
| Material       |             | Barra<br>(Ni/Nf) | Pieza<br>(Ni/Nf) | Perfil(Serie) | Longitud<br>(m) | $\beta_{xy}$ | $\beta_{xz}$ | Lb <sub>Sup.</sub><br>(m) | Lb <sub>Inf.</sub><br>(m) |
| Tipo           | Designación |                  |                  |               |                 |              |              |                           |                           |
| Acero laminado | S275        | N16/N93          | N16/N17          | IPE 550 (IPE) | 6.220           | 0.70         | 1.39         | -                         | -                         |
|                |             | N17/N20          | N17/N20          | IPE 500 (IPE) | 15.083          | 0.00         | 1.99         | -                         | -                         |

Notación:  
*Ni*: Nudo inicial  
*Nf*: Nudo final  
 *$\beta_{xy}$* : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'  
 *$\beta_{xz}$* : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'  
*Lb<sub>Sup.</sub>*: Separación entre arriostramientos del ala superior  
*Lb<sub>Inf.</sub>*: Separación entre arriostramientos del ala inferior

#### 5.1.2.3. Características mecánicas

| Tipos de pieza |         |
|----------------|---------|
| Ref.           | Piezas  |
| 3              | N16/N17 |
| 4              | N17/N20 |

| Características mecánicas |             |      |                |                         |                                      |                                      |                                       |                                       |                                      |
|---------------------------|-------------|------|----------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| Material                  |             | Ref. | Descripción    | A<br>(cm <sup>2</sup> ) | A <sub>y</sub><br>(cm <sup>2</sup> ) | A <sub>z</sub><br>(cm <sup>2</sup> ) | I <sub>yy</sub><br>(cm <sup>4</sup> ) | I <sub>zz</sub><br>(cm <sup>4</sup> ) | I <sub>t</sub><br>(cm <sup>4</sup> ) |
| Tipo                      | Designación |      |                |                         |                                      |                                      |                                       |                                       |                                      |
| Acero laminado            | S275        | 3    | IPE 550, (IPE) | 134                     | 54.18                                | 51.51                                | 67120                                 | 2668                                  | 123                                  |
|                           |             | 4    | IPE 500, (IPE) | 116                     | 48                                   | 42.96                                | 48200                                 | 2142                                  | 89.30                                |

Notación:  
*Ref.*: Referencia  
*A*: Área de la sección transversal  
*A<sub>y</sub>*: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'  
*A<sub>z</sub>*: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'  
*I<sub>yy</sub>*: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'  
*I<sub>zz</sub>*: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'  
*I<sub>t</sub>*: Inercia a torsión  
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

## 5.2. Resultados barras

### 5.2.1. Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axil (kN)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)

Mt: Momento torsor (kN·m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

$\eta$ : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que  $\eta \leq 100$  %.

| Comprobación de resistencia |            |              |                   |         |         |           |           |           |        |        |
|-----------------------------|------------|--------------|-------------------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|--------|--------|
| Barra                       | $\eta$ (%) | Posición (m) | Esfuerzos pésimos |         |         |           |           |           | Origen | Estado |
|                             |            |              | N (kN)            | Vy (kN) | Vz (kN) | Mt (kN·m) | My (kN·m) | Mz (kN·m) |        |        |
| N16/N93                     | 42.42      | 0.000        | -128.828          | -0.006  | -74.878 | 0.00      | -271.50   | -0.01     | G      | Cumple |
| N93/N17                     | 60.14      | 2.780        | -98.970           | 0.007   | -74.878 | 0.00      | 402.41    | 0.00      | G      | Cumple |
| N17/N20                     | 76.97      | 0.000        | -84.724           | 0.000   | -89.539 | 0.00      | -402.41   | 0.00      | G      | Cumple |

### 5.2.2. Flecha

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

| Flechas |  |                |  |                  |  |                |  |                  |
|---------|--|----------------|--|------------------|--|----------------|--|------------------|
| Grupo   | Flecha máxima absoluta xy<br>Flecha máxima relativa xy |                | Flecha máxima absoluta xz<br>Flecha máxima relativa xz |                  | Flecha activa absoluta xy<br>Flecha activa relativa xy |                | Flecha activa absoluta xz<br>Flecha activa relativa xz |                  |
|         | Pos. (m)   | Flecha (mm)    | Pos. (m)   | Flecha (mm)      | Pos. (m)   | Flecha (mm)    | Pos. (m)   | Flecha (mm)      |
|         | N16/N17  | 9<br>9         | 2.12<br>L/(>1000)                                      | 9<br>9           | 27.84<br>L/323.3                                       | 9<br>9         | 3.71<br>L/(>1000)                                      | 9<br>9           |
| N17/N20 | 6.033<br>6.033   | 0<br>L/(>1000) | 9.804<br>10.558  | 26.22<br>L/528.5 | 6.033<br>6.033   | 0<br>L/(>1000) | 9.050<br>9.804   | 32.99<br>L/531.9 |

### 5.2.3. Comprobaciones E.L.U.

| Barras  | COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)    |  |                             |                        |                         |  |                        |  |                               |                               |                                |  |  |                               |                               | Estado                         |
|---------|---------------------------------|--|-----------------------------|------------------------|-------------------------|--|------------------------|--|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--|--|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
|         | $\bar{\lambda}$                 | $\lambda_w$                                | N <sub>t</sub>              | N <sub>c</sub>         | M <sub>y</sub>          | M <sub>z</sub>                             | V <sub>z</sub>         | V <sub>y</sub>                             | M <sub>y</sub> V <sub>z</sub> | M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> | NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> | NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> | M <sub>t</sub>                             | M <sub>t</sub> V <sub>z</sub> | M <sub>t</sub> V <sub>y</sub> |                                |
| N16/N93 | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$<br>Cumple | x: 6.22 m<br>$\eta = 1$     | x: 0 m<br>$\eta = 7.3$ | x: 0 m<br>$\eta = 38.6$ | x: 0 m<br>$\eta = 1.2$                     | $\eta = 7.1$           | $\eta < 0.1$                               | $\eta < 0.1$                  | $\eta < 0.1$                  | x: 0 m<br>$\eta = 42.4$        | $\eta < 0.1$   | M <sub>Ed</sub> = 0<br>N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(2)</sup>           | N.P. <sup>(2)</sup>           | <b>CUMPLE</b><br>$\eta = 42.4$ |
| N17/N20 | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$<br>Cumple | x: 15.083 m<br>$\eta = 1.7$ | x: 0 m<br>$\eta = 9.3$ | x: 0 m<br>$\eta = 70$   | M <sub>Ed</sub> = 0<br>N.P. <sup>(3)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 9.8$ | V <sub>Ed</sub> = 0<br>N.P. <sup>(4)</sup> | $\eta < 0.1$                  | N.P. <sup>(5)</sup>           | x: 0 m<br>$\eta = 77.0$        | $\eta < 0.1$   | M <sub>Ed</sub> = 0<br>N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(2)</sup>           | N.P. <sup>(2)</sup>           | <b>CUMPLE</b><br>$\eta = 77.0$ |

Notación:  
 $\bar{\lambda}$ : Limitación de esbeltez  
 $\lambda_w$ : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida  
N<sub>t</sub>: Resistencia a tracción  
N<sub>c</sub>: Resistencia a compresión  
M<sub>y</sub>: Resistencia a flexión eje Y  
M<sub>z</sub>: Resistencia a flexión eje Z  
V<sub>z</sub>: Resistencia a corte Z  
V<sub>y</sub>: Resistencia a corte Y  
M<sub>y</sub>V<sub>z</sub>: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados  
M<sub>z</sub>V<sub>y</sub>: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados  
NM<sub>y</sub>M<sub>z</sub>: Resistencia a flexión y axil combinados  
NM<sub>y</sub>M<sub>z</sub>V<sub>y</sub>V<sub>z</sub>: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados  
M<sub>t</sub>: Resistencia a torsión  
M<sub>t</sub>V<sub>z</sub>: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados  
M<sub>t</sub>V<sub>y</sub>: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados  
x: Distancia al origen de la barra  
 $\eta$ : Coeficiente de aprovechamiento (%)  
N.P.: No procede

## 5.3. Uniones

### 5.3.1. Especificaciones para uniones atornilladas

Norma:

CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.5. Resistencia de los medios de unión. Uniones atornilladas.

Materiales:

- Perfiles (Material base): S275.

Disposiciones constructivas:

- 1) Se han considerado las siguientes distancias mínimas y máximas entre ejes de agujeros y entre éstos y los bordes de las piezas:

| <b>Disposiciones constructivas para tornillos, según artículo 8.5.1 CTE DB SE-A</b> |                             |                   |                   |                   |                 |                  |                  |
|---|-----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|------------------|------------------|
| Distancias  | Al borde de la pieza        |                   | Entre agujeros    |                   | Entre tornillos |                  |                  |
|   | e1 <sup>(1)</sup>           | e2 <sup>(2)</sup> | p1 <sup>(1)</sup> | p2 <sup>(2)</sup> | Compresión      | Tracción         |                  |
|   |                             |                   |                   |                   |                 | Filas exteriores | Filas interiores |
| Mínimas   | 1.2 do                      | 1.5 do            | 2.2 do            | 3 do              | p1 y p2         | p1, e            | p1, i            |
| Máximas <sup>(3)</sup>  | 40 mm + 4t<br>150 mm<br>12t |                   | 14t<br>200 mm     |                   | 14t<br>200 mm   | 14t<br>200 mm    | 28t<br>400 mm    |

*Notas:*  
<sup>(1)</sup> Paralela a la dirección de la fuerza  
<sup>(2)</sup> Perpendicular a la dirección de la fuerza  
<sup>(3)</sup> Se considera el menor de los valores  
do: Diámetro del agujero.  
t: Menor espesor de las piezas que se unen.  
En el caso de esfuerzos oblicuos, se interpolan los valores de manera que el resultado quede del lado de la seguridad.

- 2) No deben soldarse ni los tornillos ni las tuercas.
- 3) Cuando los tornillos se dispongan en posición vertical, la tuerca se situará por debajo de la cabeza del tornillo.
- 4) Debe comprobarse antes de la colocación que las tuercas pueden desplazarse libremente sobre el tornillo correspondiente.
- 5) Los agujeros deben realizarse por taladrado u otro proceso que proporcione un acabado equivalente.
- 6) El punzonado se admite para piezas de hasta 15 mm de espesor, siempre que el espesor nominal de la pieza no sea mayor que el diámetro nominal del agujero (o dimensión mínima si el agujero no es circular). De realizar el punzonado, se recomienda realizarlo con un diámetro 3 mm menor que el diámetro definitivo y luego taladrar hasta el diámetro nominal.

Comprobaciones:

Se realizan las comprobaciones indicadas en los artículos 8.5.2, 8.8.3 y 8.8.6 de CTE DB SE-A.

### 5.3.2. Comprobaciones placa de anclaje

En cada placa de anclaje se realizan las siguientes comprobaciones (asumiendo la hipótesis de placa rígida):

1. Hormigón sobre el que apoya la placa

Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.

2. Pernos de anclaje

a) *Resistencia del material de los pernos*: Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.

b) *Anclaje de los pernos*: Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).

c) *Aplastamiento*: Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

3. Placa de anclaje

a) *Tensiones globales*: En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.

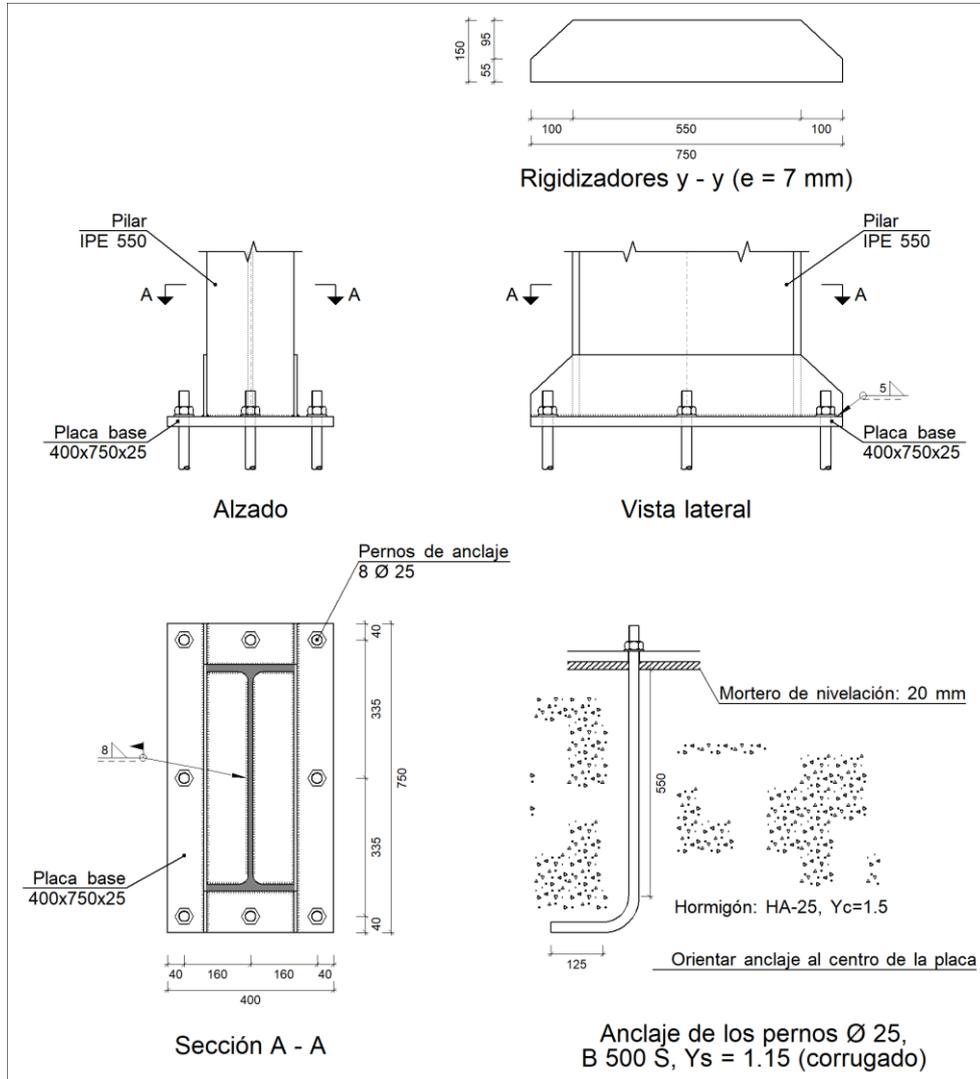
b) *Flechas globales relativas*: Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que 1/250 del vuelo.

c) *Tensiones locales*: Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

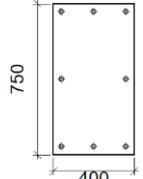
### 5.3.3. Memoria de cálculo

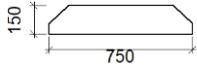
#### 5.3.3.1. Tipo 2

##### a) Detalle



##### b) Descripción de los componentes de la unión

| Elementos complementarios |   |            |            |              |          |               |       |                      |                      |
|---------------------------|---|------------|------------|--------------|----------|---------------|-------|----------------------|----------------------|
| Pieza                     | Geometría   |            |            |              | Taladros |               | Acero |                      |                      |
|                           | Esquema   | Ancho (mm) | Canto (mm) | Espesor (mm) | Cantidad | Diámetro (mm) | Tipo  | f <sub>y</sub> (MPa) | f <sub>u</sub> (Mpa) |
| Placa base                |  | 400        | 750        | 25           | 8        | 25            | S275  | 275                  | 410                  |

| Elementos complementarios |   |            |            |              |          |               |       |                      |                      |
|---------------------------|---|------------|------------|--------------|----------|---------------|-------|----------------------|----------------------|
| Pieza                     | Geometría   |            |            |              | Taladros |               | Acero |                      |                      |
|                           | Esquema   | Ancho (mm) | Canto (mm) | Espesor (mm) | Cantidad | Diámetro (mm) | Tipo  | f <sub>y</sub> (MPa) | f <sub>u</sub> (Mpa) |
| Rigidizador               |  | 750        | 150        | 7            | -        | -             | S275  | 275                  | 410                  |

## c) Comprobación

## 1) Pilar IPE 550

| Cordones de soldadura   |                                     |                                     |                                      |                            |                 |                                     |            |                                     |                |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|-----------------|-------------------------------------|------------|-------------------------------------|----------------|
| Comprobaciones geométricas  |                                     |                                     |                                      |                            |                 |                                     |            |                                     |                |
| Ref.  | Tipo                                | a (mm)                              | l (mm)                               | t (mm)                     | Ángulo (grados) |                                     |            |                                     |                |
| Soldadura perimetral a la placa                                     | En ángulo                           | 8                                   | 1657                                 | 11.1                       | 90              |                                     |            |                                     |                |
| a: Espesor garganta<br>l: Longitud efectiva<br>t: Espesor de piezas |                                     |                                     |                                      |                            |                 |                                     |            |                                     |                |
| Comprobación de resistencia   |                                     |                                     |                                      |                            |                 |                                     |            |                                     |                |
| Ref.  | Tensión de Von Mises                |                                     |                                      |                            |                 | Tensión normal                      |            | f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> ) | β <sub>w</sub> |
|   | σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> ) | τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> ) | τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> ) | Valor (N/mm <sup>2</sup> ) | Aprov. (%)      | σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> ) | Aprov. (%) |                                     |                |
| Soldadura perimetral a la placa                                     | La comprobación no procede.         |                                     |                                      |                            |                 |                                     |            | 410                                 | 0.85           |

## 2) Placa de anclaje

| Referencia:  |   |        |
|--|---|--------|
| Comprobación   | Valores                                   | Estado |
| Separación mínima entre pernos:<br><i>3 diámetros</i>  | Mínimo: 75 mm<br>Calculado: 160 mm        | Cumple |
| Separación mínima pernos-perfil:<br><i>1.5 diámetros</i>   | Mínimo: 37 mm<br>Calculado: 48 mm         | Cumple |
| Separación mínima pernos-borde:<br><i>1.5 diámetros</i>  | Mínimo: 37 mm<br>Calculado: 40 mm         | Cumple |
| Esbeltez de rigidizadores:<br>- Paralelos a Y:   | Máximo: 50<br>Calculado: 44.6             | Cumple |
| Longitud mínima del perno:<br><i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i> | Mínimo: 28 cm<br>Calculado: 55 cm         | Cumple |
| Anclaje perno en hormigón:<br>- Tracción:  | Máximo: 152.79 kN<br>Calculado: 126.23 kN | Cumple |

| Referencia:  |   |        |
|--|---|--------|
| Comprobación   | Valores                                       | Estado |
| - Cortante:  | Máximo: 106.95 kN<br>Calculado: 9.66 kN       | Cumple |
| - Tracción + Cortante:   | Máximo: 152.79 kN<br>Calculado: 140.04 kN     | Cumple |
| Tracción en vástago de pernos:   | Máximo: 156.15 kN<br>Calculado: 126.23 kN     | Cumple |
| Tensión de Von Mises en vástago de pernos:   | Máximo: 476.19 MPa<br>Calculado: 259.865 MPa  | Cumple |
| Aplastamiento perno en placa:<br><i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i> | Máximo: 327.38 kN<br>Calculado: 9.66 kN       | Cumple |
| Tensión de Von Mises en secciones globales:  | Máximo: 261.905 MPa                           |        |
| - Derecha:   | Calculado: 65.1219 MPa                        | Cumple |
| - Izquierda:   | Calculado: 64.864 MPa                         | Cumple |
| - Arriba:  | Calculado: 186.481 MPa                        | Cumple |
| - Abajo:   | Calculado: 198.825 MPa                        | Cumple |
| Flecha global equivalente:<br><i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>               | Mínimo: 250                                   |        |
| - Derecha:   | Calculado: 7308.26                            | Cumple |
| - Izquierda:   | Calculado: 8589.81                            | Cumple |
| - Arriba:  | Calculado: 7055.83                            | Cumple |
| - Abajo:   | Calculado: 6609.81                            | Cumple |
| Tensión de Von Mises local:<br><i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>    | Máximo: 261.905 MPa<br>Calculado: 189.764 MPa | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones  |   |        |

| Cordones de soldadura  |           |           |           |           |                    |  |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|--|
| <b>Comprobaciones geométricas</b>  |           |           |           |           |                    |  |
| Ref.   | Tipo      | a<br>(mm) | l<br>(mm) | t<br>(mm) | Ángulo<br>(grados) |  |
| Rigidizador y-y (x = -109): Soldadura a la placa base                        | En ángulo | 5         | 750       | 7         | 90                 |  |
| Rigidizador y-y (x = 109): Soldadura a la placa base                         | En ángulo | 5         | 750       | 7         | 90                 |  |
| <i>a: Espesor garganta<br/>l: Longitud efectiva<br/>t: Espesor de piezas</i> |           |           |           |           |                    |  |

| Comprobación de resistencia                              |  |  |  |                               |               |  |               |  |                |
|--|--|--|--|-------------------------------|---------------|--|---------------|--|----------------|
| Ref.   | Tensión de Von Mises                   |  |  |                               |               | Tensión normal                         |               | f <sub>u</sub><br>(N/mm <sup>2</sup> ) | β <sub>w</sub> |
|  | σ <sub>⊥</sub><br>(N/mm <sup>2</sup> ) | τ <sub>⊥</sub><br>(N/mm <sup>2</sup> ) | τ <sub>∥</sub><br>(N/mm <sup>2</sup> ) | Valor<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | Aprov.<br>(%) | σ <sub>⊥</sub><br>(N/mm <sup>2</sup> ) | Aprov.<br>(%) |  |                |
| Rigidizador y-y (x = -109):<br>Soldadura a la placa base | La comprobación no procede.            |  |  |                               |               |  |               | 410                                    | 0.85           |
| Rigidizador y-y (x = 109):<br>Soldadura a la placa base  | La comprobación no procede.            |  |  |                               |               |  |               | 410                                    | 0.85           |

#### d) Medición

| Soldaduras                                    |                        |              |                             |                              |
|---|------------------------|--------------|-----------------------------|------------------------------|
| f <sub>u</sub><br>(MPa)                       | Ejecución              | Tipo         | Espesor de garganta<br>(mm) | Longitud de cordones<br>(mm) |
| 410.0   | En taller              | En ángulo    | 5                           | 2931                         |
|   | En el lugar de montaje | En ángulo    | 8                           | 1657                         |
| Elementos de tornillería no normalizados      |                        |              |                             |                              |
| Tipo  | Cantidad               |              | Descripción                 |                              |
| Tuercas                                       | 8                      |              | T25                         |                              |
| Arandelas                                     | 8                      |              | A25                         |                              |
| Placas de anclaje                             |                        |              |                             |                              |
| Material                                      | Elementos              | Cantida<br>d | Dimensiones<br>(mm)         | Peso<br>(kg)                 |
| S275  | Placa base             | 1            | 400x750x25                  | 58.88                        |
|   | Rigidizadores pasantes | 2            | 750/550x150/55x7            | 11.32                        |
|   | Total                  |              |                             | 70.19                        |
| B 500 S, Y <sub>s</sub> = 1.15<br>(corrugado) | Pernos de anclaje      | 8            | Ø 25 - L = 620 +<br>243     | 26.60                        |
|   | Total                  |              |                             | 26.60                        |

## 6. LISTADO DEL ALTILLO PARA OFICINAS

Ahora realizaremos las comprobaciones del altillo para oficinas. Este altillo está situado entre las alineaciones D y E aprovechando los pilares de la fachada frontal y los pilares de los pórticos interiores.

En las siguientes imágenes se muestra un pórtico interior que contiene el altillo y la vista de la alineación D donde se muestra la disposición de este pórtico en el conjunto y las barras de la que se van a mostrar los resultados que están remarcadas en color fucsia. También se comprobará en este apartado una de las barras del sistema contraviento.

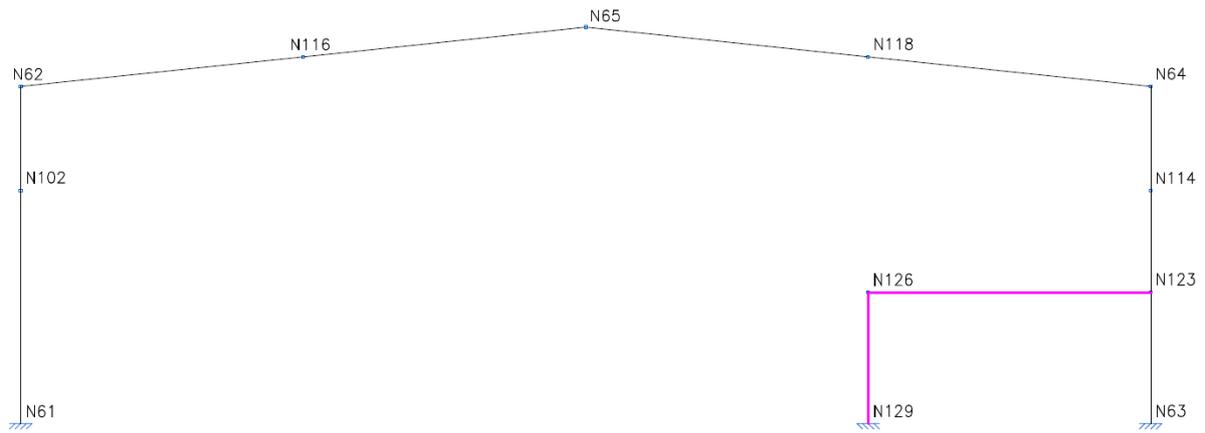


Ilustración 20. Pórtico interior con altillo

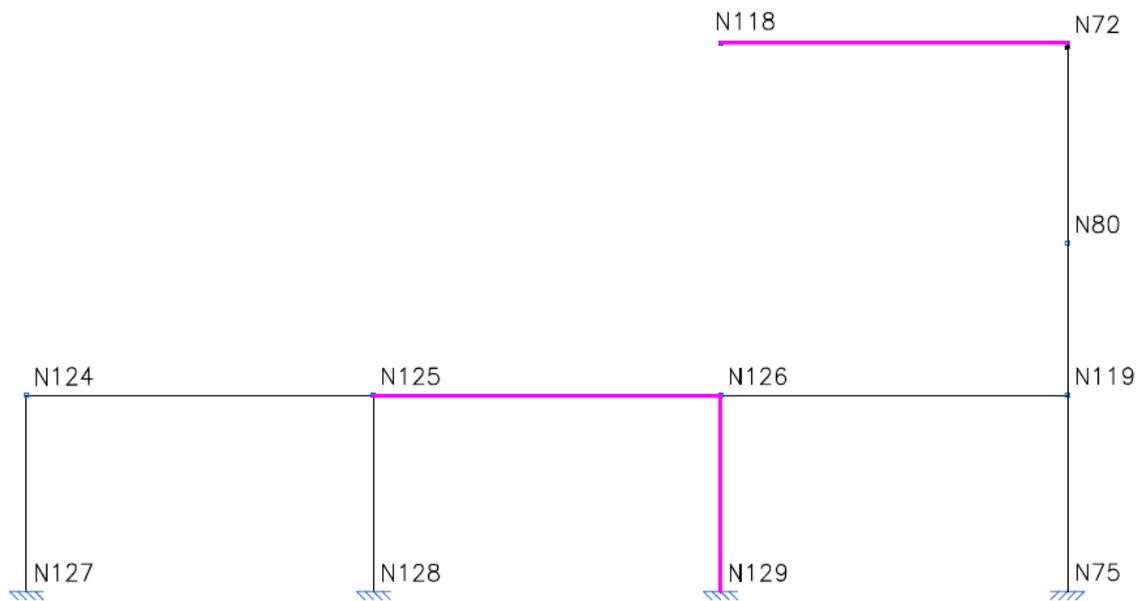


Ilustración 21. Alineación D

## 6.1. Geometría

### 6.1.1. Nudos

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$ : Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$ : Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.  
-

| Nudos      |             |        |       |                      |            |            |            |            |            |                      |
|------------|-------------|--------|-------|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------------|
| Referencia | Coordenadas |        |       | Vinculación exterior |            |            |            |            |            | Vinculación interior |
|            | X (m)       | Y (m)  | Z (m) | $\Delta_x$           | $\Delta_y$ | $\Delta_z$ | $\theta_x$ | $\theta_y$ | $\theta_z$ |                      |
| N126       | 73.800      | 22.500 | 3.500 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |
| N129       | 73.800      | 22.500 | 0.000 | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |

## 6.1.2. Barras

### 6.1.2.1. Materiales utilizados

| Materiales utilizados |             |         |       |         |             |                    |                               |
|-----------------------|-------------|---------|-------|---------|-------------|--------------------|-------------------------------|
| Material              |             | E (MPa) | $\nu$ | G (MPa) | $f_y$ (MPa) | $\alpha_t$ (m/m°C) | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) |
| Tipo                  | Designación |         |       |         |             |                    |                               |
| Acero laminado        | S275        | 210000  | 0.300 | 81000   | 275         | 0.000012           | 77.01                         |

Notación:  
*E*: Módulo de elasticidad  
 *$\nu$* : Módulo de Poisson  
*G*: Módulo de cortadura  
 *$f_y$* : Límite elástico  
 *$\alpha_t$* : Coeficiente de dilatación  
 *$\gamma$* : Peso específico

### 6.1.2.2. Descripción

| Descripción    |             |               |               |                   |              |              |              |                 |                 |
|----------------|-------------|---------------|---------------|-------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|
| Material       |             | Barra (Ni/Nf) | Pieza (Ni/Nf) | Perfil(Serie)     | Longitud (m) | $\beta_{xy}$ | $\beta_{xz}$ | $L_{bSup.}$ (m) | $L_{bInf.}$ (m) |
| Tipo           | Designación |               |               |                   |              |              |              |                 |                 |
| Acero laminado | S275        | N118/N72      | N118/N72      | SHS 100x3.0 (SHS) | 6.150        | 1.00         | 1.00         | -               | -               |
|                |             | N126/N123     | N126/N123     | HE 180 B (HEB)    | 7.500        | 1.00         | 1.00         | -               | -               |
|                |             | N125/N126     | N125/N126     | HE 140 B (HEB)    | 6.150        | 1.00         | 1.00         | -               | -               |
|                |             | N129/N126     | N129/N126     | HE 220 B (HEB)    | 3.500        | 0.70         | 0.70         | -               | -               |

Notación:  
*Ni*: Nudo inicial  
*Nf*: Nudo final  
 *$\beta_{xy}$* : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'  
 *$\beta_{xz}$* : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'  
 *$L_{bSup.}$* : Separación entre arriostramientos del ala superior  
 *$L_{bInf.}$* : Separación entre arriostramientos del ala inferior

### 6.1.2.3. Características mecánicas

| Tipos de pieza |           |
|----------------|-----------|
| Ref.           | Piezas    |
| 5              | N129/N126 |
| 11             | N118/N72  |
| 13             | N126/N123 |
| 14             | N125/N126 |

| Características mecánicas |             |      |                    |                         |                                       |                                       |                                       |                                       |                                      |
|---------------------------|-------------|------|--------------------|-------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| Material                  |             | Ref. | Descripción        | A<br>(cm <sup>2</sup> ) | A <sub>vy</sub><br>(cm <sup>2</sup> ) | A <sub>vz</sub><br>(cm <sup>2</sup> ) | I <sub>yy</sub><br>(cm <sup>4</sup> ) | I <sub>zz</sub><br>(cm <sup>4</sup> ) | I <sub>t</sub><br>(cm <sup>4</sup> ) |
| Tipo                      | Designación |      |                    |                         |                                       |                                       |                                       |                                       |                                      |
| Acero laminado            | S275        | 5    | HE 220 B, (HEB)    | 91.00                   | 52.80                                 | 16.07                                 | 8091.00                               | 2843.00                               | 76.57                                |
|                           |             | 11   | SHS 100x3.0, (SHS) | 11.40                   | 4.85                                  | 4.85                                  | 176.77                                | 176.77                                | 278.63                               |
|                           |             | 13   | HE 180 B, (HEB)    | 65.30                   | 37.80                                 | 11.63                                 | 3831.00                               | 1363.00                               | 42.16                                |
|                           |             | 14   | HE 140 B, (HEB)    | 43.00                   | 25.20                                 | 7.31                                  | 1509.00                               | 549.70                                | 20.06                                |

*Notación:*  
 Ref.: Referencia  
 A: Área de la sección transversal  
 A<sub>vy</sub>: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'  
 A<sub>vz</sub>: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'  
 I<sub>yy</sub>: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'  
 I<sub>zz</sub>: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'  
 I<sub>t</sub>: Inercia a torsión  
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

## 6.2. Resultados barras

### 6.2.1. Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axil (kN)

V<sub>y</sub>: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)

V<sub>z</sub>: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)

M<sub>t</sub>: Momento torsor (kN·m)

M<sub>y</sub>: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

M<sub>z</sub>: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η: Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que  $\eta \leq 100 \%$ .

| Comprobación de resistencia |            |              |                   |         |         |           |           |           |        |        |
|-----------------------------|------------|--------------|-------------------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|--------|--------|
| Barra                       | $\eta$ (%) | Posición (m) | Esfuerzos pésimos |         |         |           |           |           | Origen | Estado |
|                             |            |              | N (kN)            | Vy (kN) | Vz (kN) | Mt (kN·m) | My (kN·m) | Mz (kN·m) |        |        |
| N118/N72                    | 49.86      | 3.075        | -30.499           | 0.041   | -0.011  | 0.06      | 0.51      | 0.03      | GV     | Cumple |
| N126/N123                   | 41.48      | 7.500        | -2.531            | 0.275   | 32.900  | 0.00      | -49.96    | -1.03     | GV     | Cumple |
| N125/N126                   | 14.48      | 6.150        | 15.878            | -0.184  | 3.258   | 0.00      | -7.18     | 0.60      | GV     | Cumple |
| N129/N126                   | 36.50      | 0.000        | -23.654           | 9.617   | -18.476 | 0.01      | -34.67    | 20.12     | GV     | Cumple |

### 6.2.2. Flecha

#### Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

| Flechas   |                           |             |                           |             |                           |             |                           |             |
|-----------|---------------------------|-------------|---------------------------|-------------|---------------------------|-------------|---------------------------|-------------|
| Grupo     | Flecha máxima absoluta xy |             | Flecha máxima absoluta xz |             | Flecha activa absoluta xy |             | Flecha activa absoluta xz |             |
|           | Flecha máxima relativa xy |             | Flecha máxima relativa xz |             | Flecha activa relativa xy |             | Flecha activa relativa xz |             |
|           | Pos. (m)                  | Flecha (mm) |
| N118/N72  | 4.228                     | 0.90        | 3.075                     | 4.81        | 3.844                     | 0.80        | 2.691                     | 0.87        |
|           | 4.228                     | L/(>1000)   | 3.075                     | L/(>1000)   | 4.228                     | L/(>1000)   | 2.691                     | L/(>1000)   |
| N126/N123 | 6.094                     | 0.40        | 3.750                     | 7.53        | 6.094                     | 0.60        | 5.156                     | 5.37        |
|           | 6.094                     | L/(>1000)   | 3.281                     | L/979.5     | 6.094                     | L/(>1000)   | 5.156                     | L/(>1000)   |
| N129/N126 | 3.500                     | 5.93        | 3.500                     | 7.06        | 3.500                     | 11.47       | 3.500                     | 9.44        |
|           | 3.500                     | L/590.4     | 3.500                     | L/495.6     | 3.500                     | L/638.9     | 3.500                     | L/504.9     |

### 6.2.3. Comprobaciones E.L.U.

| Barras    | COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) |  |  |                            |                                |                               |                               |           |           |           |                                 |                       |           |                               |           | Estado                            |
|-----------|------------------------------|--|--|----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|---------------------------------|-----------------------|-----------|-------------------------------|-----------|-----------------------------------|
|           | $\lambda$                    | $\lambda_w$                                | $N_t$                                  | $N_c$                      | $M_y$                          | $M_z$                         | $V_z$                         | $V_y$     | $M_yV_z$  | $M_zV_y$  | $NM_yM_z$                       | $NM_yM_zV_y$<br>$V_z$ | $M_t$     | $M_tV_z$                      | $M_tV_y$  |                                   |
| N118/N72  | $\lambda < 2.0$<br>Cumple    | $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$<br>Cumple | $h = 0.1$                              | $h = 43.9$                 | $x: 3.075$<br>$m$<br>$h = 5.3$ | $x: 6.15$<br>$m$<br>$h = 3.2$ | $x: 0$<br>$m$<br>$h = 0.4$    | $h = 0.1$ | $h < 0.1$ | $h < 0.1$ | $x: 3.075$<br>$m$<br>$h = 49.9$ | $h < 0.1$             | $h = 6.3$ | $x: 6.15$<br>$m$<br>$h = 0.5$ | $h = 0.1$ | <b>CUMPL E</b><br><b>h = 49.9</b> |
| N126/N123 | $\lambda < 2.0$<br>Cumple    | $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$<br>Cumple | $h = 0.5$                              | $h = 5.1$                  | $x: 7.5$<br>$m$<br>$h = 39.6$  | $x: 0$<br>$m$<br>$h = 2.5$    | $x: 7.5$<br>$m$<br>$h = 10.7$ | $h = 0.1$ | $h < 0.1$ | $h < 0.1$ | $x: 7.5$<br>$m$<br>$h = 41.5$   | $h < 0.1$             | $h = 0.2$ | $x: 7.5$<br>$m$<br>$h = 10.7$ | $h = 0.1$ | <b>CUMPL E</b><br><b>h = 41.5</b> |
| N125/N126 | $\lambda < 2.0$<br>Cumple    | $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$<br>Cumple | $h = 1.5$                              | $h = 6.0$                  | $x: 6.15$<br>$m$<br>$h = 11.2$ | $x: 0$<br>$m$<br>$h = 2.2$    | $x: 6.15$<br>$m$<br>$h = 1.6$ | $h < 0.1$ | $h < 0.1$ | $h < 0.1$ | $x: 6.15$<br>$m$<br>$h = 14.5$  | $h < 0.1$             | $h = 0.1$ | $x: 6.15$<br>$m$<br>$h = 1.3$ | $h < 0.1$ | <b>CUMPL E</b><br><b>h = 14.5</b> |
| N129/N126 | $\lambda < 2.0$<br>Cumple    | $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$<br>Cumple | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(6)</sup> | $x: 0$<br>$m$<br>$h = 1.7$ | $x: 0$<br>$m$<br>$h = 16.0$    | $x: 0$<br>$m$<br>$h = 19.5$   | $h = 4.4$                     | $h = 0.9$ | $h < 0.1$ | $h < 0.1$ | $x: 0$<br>$m$<br>$h = 36.5$     | $h < 0.1$             | $h = 0.2$ | $h = 4.4$                     | $h = 0.9$ | <b>CUMPL E</b><br><b>h = 36.5</b> |

**Notación:**  
 $\lambda$ : Limitación de esbeltez  
 $\lambda_w$ : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida  
 $N_t$ : Resistencia a tracción  
 $N_c$ : Resistencia a compresión  
 $M_y$ : Resistencia a flexión eje Y  
 $M_z$ : Resistencia a flexión eje Z  
 $V_z$ : Resistencia a corte Z  
 $V_y$ : Resistencia a corte Y  
 $M_yV_z$ : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados  
 $M_zV_y$ : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados  
 $NM_yM_z$ : Resistencia a flexión y axil combinados  
 $NM_yM_zV_yV_z$ : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados  
 $M_t$ : Resistencia a torsión  
 $M_tV_z$ : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados  
 $M_tV_y$ : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados  
 $x$ : Distancia al origen de la barra  
 $\eta$ : Coeficiente de aprovechamiento (%)  
 N.P.: No procede

## 7. LISTADO PÓRTICO DE FACHADA

Por último, se va a realizar la comprobación de una de las barras interiores y de uno de los montantes de uno de los pórticos de fachada. A continuación se muestra una imagen del pórtico de fachada que se encuentra en la alineación 14 con las barras a analizar remarcadas en fucsia.

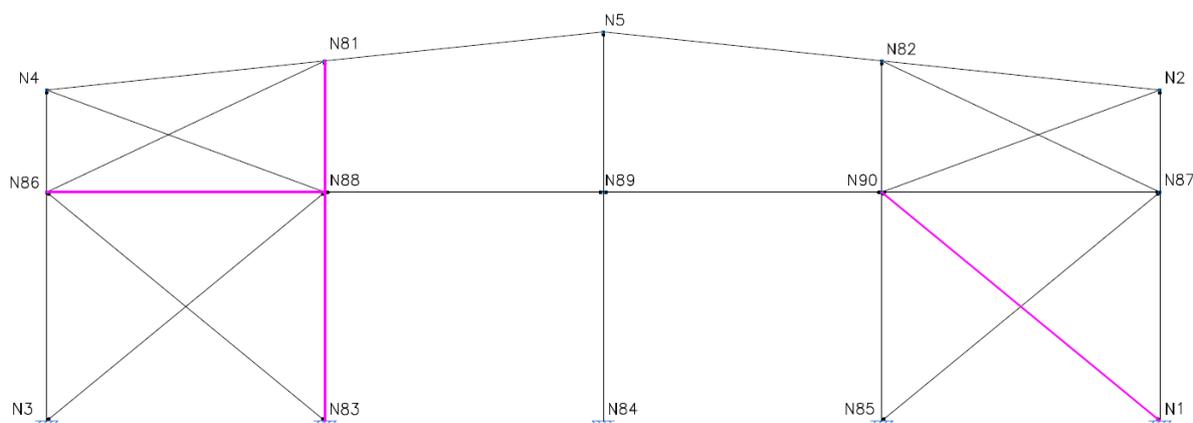


Ilustración 22. Pórtico de fachada (Alineación 14)

## 7.1. Geometría

### 7.1.1. Nudos

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$ : Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$ : Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'

| Nudos      |             |        |       |                      |            |            |            |            |            |                      |
|------------|-------------|--------|-------|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------------|
| Referencia | Coordenadas |        |       | Vinculación exterior |            |            |            |            |            | Vinculación interior |
|            | X (m)       | Y (m)  | Z (m) | $\Delta_x$           | $\Delta_y$ | $\Delta_z$ | $\theta_x$ | $\theta_y$ | $\theta_z$ |                      |
| N83        | 0.000       | 22.500 | 0.000 | X                    | X          | X          | X          | X          | X          | Empotrado            |
| N88        | 0.000       | 22.500 | 6.220 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | Empotrado            |

### 7.1.2. Barras

#### 7.1.2.1. Materiales utilizados

| Materiales utilizados |             |         |       |         |             |                    |                               |
|-----------------------|-------------|---------|-------|---------|-------------|--------------------|-------------------------------|
| Material              |             | E (MPa) | $\nu$ | G (MPa) | $f_y$ (MPa) | $\alpha_t$ (m/m°C) | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) |
| Tipo                  | Designación |         |       |         |             |                    |                               |
| Acero laminado        | S275        | 210000  | 0.300 | 81000   | 275         | 0.000012           | 77.01                         |

*Notación:*  
*E: Módulo de elasticidad*  
 *$\nu$ : Módulo de Poisson*  
*G: Módulo de cortadura*  
 *$f_y$ : Límite elástico*  
 *$\alpha_t$ : Coeficiente de dilatación*  
 *$\gamma$ : Peso específico*

#### 7.1.2.2. Descripción

| Descripción    |             |               |               |                     |              |              |              |                        |                        |
|----------------|-------------|---------------|---------------|---------------------|--------------|--------------|--------------|------------------------|------------------------|
| Material       |             | Barra (Ni/Nf) | Pieza (Ni/Nf) | Perfil(Serie)       | Longitud (m) | $\beta_{xy}$ | $\beta_{xz}$ | Lb <sub>Sup.</sub> (m) | Lb <sub>Inf.</sub> (m) |
| Tipo           | Designación |               |               |                     |              |              |              |                        |                        |
| Acero laminado | S275        | N83/N88       | N83/N81       | IPE 270 (IPE)       | 6.220        | 0.70         | 1.19         | -                      | -                      |
|                |             | N89/N88       | N89/N88       | SHS 110x3.0 (SHS)   | 7.500        | 1.00         | 1.00         | -                      | -                      |
|                |             | N1/N90        | N1/N90        | L 100 x 100 x 6 (L) | 9.744        | 0.00         | 0.00         | -                      | -                      |

*Notación:*  
*Ni: Nudo inicial*  
*Nf: Nudo final*  
 *$\beta_{xy}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'*  
 *$\beta_{xz}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'*  
*Lb<sub>Sup.</sub>: Separación entre arriostramientos del ala superior*  
*Lb<sub>Inf.</sub>: Separación entre arriostramientos del ala inferior*

### 7.1.2.3. Características mecánicas

| Tipos de pieza |         |
|----------------|---------|
| Ref.           | Piezas  |
| 6              | N83/N81 |
| 7              | N1/N90  |
| 8              | N89/N88 |

| Características mecánicas |             |      |                      |                         |                           |                           |                           |                           |                          |
|---------------------------|-------------|------|----------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Material                  |             | Ref. | Descripción          | A<br>(cm <sup>2</sup> ) | Avy<br>(cm <sup>2</sup> ) | Avz<br>(cm <sup>2</sup> ) | Iyy<br>(cm <sup>4</sup> ) | Izz<br>(cm <sup>4</sup> ) | It<br>(cm <sup>4</sup> ) |
| Tipo                      | Designación |      |                      |                         |                           |                           |                           |                           |                          |
| Acero laminado            | S275        | 6    | IPE 270, (IPE)       | 45.90                   | 20.66                     | 14.83                     | 5790.00                   | 420.00                    | 15.90                    |
|                           |             | 7    | L 100 x 100 x 6, (L) | 11.80                   | 5.64                      | 5.64                      | 111.10                    | 111.10                    | 1.40                     |
|                           |             | 8    | SHS 110x3.0, (SHS)   | 12.60                   | 5.35                      | 5.35                      | 238.01                    | 238.01                    | 373.47                   |

*Notación:*  
 Ref.: Referencia  
 A: Área de la sección transversal  
 Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'  
 Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'  
 Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'  
 Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'  
 It: Inercia a torsión  
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

## 7.2. Resultados barras

### 7.2.1. Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axil (kN)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)

Mt: Momento torsor (kN·m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

– G: Sólo gravitatorias

- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

$\eta$ : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que  $\eta \leq 100 \%$ .

| Comprobación de resistencia |            |              |                   |         |         |           |           |           |        |        |
|-----------------------------|------------|--------------|-------------------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|--------|--------|
| Barra                       | $\eta$ (%) | Posición (m) | Esfuerzos pésimos |         |         |           |           |           | Origen | Estado |
|                             |            |              | N (kN)            | Vy (kN) | Vz (kN) | Mt (kN·m) | My (kN·m) | Mz (kN·m) |        |        |
| N83/N88                     | 79.30      | 0.000        | -64.036           | 0.187   | 45.980  | 0.00      | 92.28     | 0.30      | GV     | Cumple |
| N89/N88                     | 10.16      | 3.750        | 10.414            | 0.000   | 0.000   | 0.00      | 0.92      | 0.00      | GV     | Cumple |
| N1/N90                      | 13.10      | 0.000        | 40.499            | 0.000   | 0.000   | 0.00      | 0.00      | 0.00      | GV     | Cumple |

### 7.2.2. Flecha

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

| Flechas     |                           |             |                           |             |                           |             |                           |             |
|-------------|---------------------------|-------------|---------------------------|-------------|---------------------------|-------------|---------------------------|-------------|
| Grupo       | Flecha máxima absoluta xy |             | Flecha máxima absoluta xz |             | Flecha activa absoluta xy |             | Flecha activa absoluta xz |             |
|             | Flecha máxima relativa xy |             | Flecha máxima relativa xz |             | Flecha activa relativa xy |             | Flecha activa relativa xz |             |
|             | Pos. (m)                  | Flecha (mm) |
| N83/N8<br>1 | 5.442                     | 5.33        | 5.442                     | 21.96       | 5.442                     | 10.12       | 5.442                     | 37.98       |
|             | 5.442                     | L/(>1000)   | 5.442                     | L/445.9     | 5.442                     | L/(>1000)   | 5.831                     | L/468.2     |
| N87/N8<br>6 | 15.000                    | 32.67       | 11.250                    | 8.17        | 15.000                    | 62.19       | 7.500                     | 0.30        |
|             | 15.000                    | L/918.2     | 22.500                    | L/585.9     | 15.000                    | L/979.8     | 22.500                    | L/586.0     |
| N1/N90      | 7.308                     | 0.00        | 8.526                     | 0.00        | 7.308                     | 0.00        | 8.526                     | 0.00        |
|             | -                         | L/(>1000)   | -                         | L/(>1000)   | -                         | L/(>1000)   | -                         | L/(>1000)   |

7.2.3. Comprobaciones E.L.U.

| Barras  | COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)       |  |  |  |  |  |  |  |                            |                        |                            |                            |  | Estado              |                     |                                |
|---------|------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|----------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|--|---------------------|---------------------|--------------------------------|
|         | $\bar{\lambda}$                    | $\lambda_w$  | $N_t$                                  | $N_c$                                  | $M_y$                                  | $M_z$                                  | $V_z$                                  | $V_y$                                  | $M_yV_z$                   | $M_zV_y$               | $NM_yM_z$                  | $NM_zM_y$                  | $M_t$                                  |                     | $M_tV_z$            | $M_tV_y$                       |
| N83/N88 | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>Cumple    | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$<br>Cumple               | x: 6.22 m<br>$\eta = 1.8$              | x: 0 m<br>$\eta = 20.1$                | x: 0 m<br>$\eta = 75.1$                | x: 6.22 m<br>$\eta = 4.0$              | x: 0 m<br>$\eta = 13.9$                | $\eta < 0.1$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$           | x: 0 m<br>$\eta = 79.3$    | $\eta < 0.1$               | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(2)</sup> | <b>CUMPLE</b><br>$\eta = 79.3$ |
| N88/N81 | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>Cumple    | x: 0 m<br>$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$<br>Cumple     | x: 3.57 m<br>$\eta = 2.3$              | x: 0 m<br>$\eta = 7.4$                 | x: 0 m<br>$\eta = 39.1$                | x: 0 m<br>$\eta = 4.0$                 | x: 3.57 m<br>$\eta = 7.7$              | $\eta = 0.1$                           | x: 0 m<br>$\eta < 0.1$     | x: 0 m<br>$\eta < 0.1$ | x: 0 m<br>$\eta = 44.7$    | $\eta < 0.1$               | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(2)</sup> | <b>CUMPLE</b><br>$\eta = 44.7$ |
| N88/N86 | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>Cumple    | x: 0.469 m<br>$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$<br>Cumple | $\eta = 3.2$                           | $\eta = 48.3$                          | x: 3.75 m<br>$\eta = 7.0$              | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(3)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 0.5$                 | $V_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.469 m<br>$\eta < 0.1$ | N.P. <sup>(5)</sup>    | x: 3.75 m<br>$\eta = 57.5$ | x: 0.469 m<br>$\eta < 0.1$ | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(2)</sup> | <b>CUMPLE</b><br>$\eta = 57.5$ |
| N1/N90  | $\bar{\lambda} \leq 4.0$<br>Cumple | $\eta = 13.1$  | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(7)</sup> | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(3)</sup> | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(3)</sup> | $V_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | $V_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | N.P. <sup>(5)</sup>                    | N.P. <sup>(5)</sup>        | N.P. <sup>(6)</sup>    | N.P. <sup>(8)</sup>        | N.P. <sup>(9)</sup>        | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(2)</sup> | <b>CUMPLE</b><br>$\eta = 13.1$ |

**Notación:**  
 $\bar{\lambda}$ : Limitación de esbeltez  
 $\lambda_w$ : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida  
 $N_t$ : Resistencia a tracción  
 $N_c$ : Resistencia a compresión  
 $M_y$ : Resistencia a flexión eje Y  
 $M_z$ : Resistencia a flexión eje Z  
 $V_z$ : Resistencia a corte Z  
 $V_y$ : Resistencia a corte Y  
 $M_yV_z$ : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados  
 $M_zV_y$ : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados  
 $NM_yM_z$ : Resistencia a flexión y axil combinados  
 $NM_zM_y$ : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados  
 $M_t$ : Resistencia a torsión  
 $M_tV_z$ : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados  
 $M_tV_y$ : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados  
 $x$ : Distancia al origen de la barra  
 $\eta$ : Coeficiente de aprovechamiento (%)  
 N.P.: No procede

# PRESUPUESTO

## ÍNDICE DEL PRESUPUESTO

|  |   |
|--|---|
| 1. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO ..... | 3 |
| 2. CIMENTACIONES .....                 | 3 |
| 3. ESTRUCTURA .....                    | 4 |
| 4. FORJADO DEL ALTILLO .....           | 6 |
| 5. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS .....       | 6 |
| 6. GESTIÓN DE RESIDUOS .....           | 9 |
| 7. PRESUPUESTO TOTAL .....             | 9 |

## 1. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

| Nº                               | Ud             | Descripción   | Medición  | Precio    | Importe (€) |                  |
|----------------------------------|----------------|---|---|-----------|-------------|------------------|
| <b>1.1 Movimiento de tierras</b> |                |   |   |           |             |                  |
| 1.1.1                            | m <sup>2</sup> | Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión. |   |           |             |                  |
|                                  |                |   | Total m <sup>2</sup> :  | 8.322,000 | 1,03        | <b>8.571,66</b>  |
| 1.1.2                            | m <sup>3</sup> | Excavación de zanjas para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión.   |   |           |             |                  |
|                                  |                |   | Total m <sup>3</sup> :  | 2.040,000 | 24,07       | <b>49.102,80</b> |
| 1.1.3                            | m <sup>3</sup> | Relleno envolvente y principal de zanjas para instalaciones, con zahorra natural granítica y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. Incluso cinta o distintivo indicador de la instalación.        |   |           |             |                  |
|                                  |                |   | Total m <sup>3</sup> :  | 1.248,300 | 28,85       | <b>36.013,46</b> |
|                                  |                |   | <b>Total 1.1 Movimiento de tierras</b>                                |           |             | <b>93.687,92</b> |
|                                  |                |   | <b>Total Presupuesto parcial nº 1 Acondicionamiento del terreno :</b> |           |             | <b>93.687,92</b> |

## 2. CIMENTACIONES

| Nº  | Ud             | Descripción  | Medición               | Precio  | Importe (€) |                  |
|-----|----------------|--|------------------------|---------|-------------|------------------|
| 2.1 | m <sup>2</sup> | Capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada.   |                        |         |             |                  |
|     |                |  | Total m <sup>2</sup> : | 318,490 | 7,77        | <b>2.474,67</b>  |
| 2.2 | m <sup>3</sup> | Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 9,4 kg/m <sup>3</sup> . Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar y separadores. |                        |         |             |                  |
|     |                |  | Total m <sup>3</sup> : | 172,565 | 109,81      | <b>18.949,36</b> |

|   |                      |  |                        |        |        |                  |
|---|----------------------|--|------------------------|--------|--------|------------------|
| 2.3   | <b>m<sup>3</sup></b> | Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 50,1 kg/m <sup>3</sup> . Incluso alambre de atar y separadores. |                        |        |        |                  |
|   |                      |  | Total m <sup>3</sup> : | 28,380 | 146,05 | <b>4.144,90</b>  |
| <b>Total Presupuesto parcial nº 2 Cimentaciones :</b> |                      |  |                        |        |        | <b>25.568,93</b> |

### 3. ESTRUCTURA

| Nº                     | Ud        | Descripción  | Medición   | Precio     | Importe (€) |                   |
|------------------------|-----------|--|------------|------------|-------------|-------------------|
| <b>3.1 Acero</b>       |           |  |            |            |             |                   |
| 3.1.1                  | <b>Kg</b> | Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie HEB, colocado con uniones soldadas en obra. |            |            |             |                   |
|                        |           |  | Total kg : | 4.875,670  | 1,98        | <b>9.653,83</b>   |
| 3.1.2                  | <b>Kg</b> | Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE, colocado con uniones soldadas en obra. |            |            |             |                   |
|                        |           |  | Total kg : | 63.897,320 | 1,98        | <b>126.516,69</b> |
| 3.1.3                  | <b>Kg</b> | Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie L, colocado con uniones soldadas en obra.   |            |            |             |                   |
|                        |           |  | Total kg : | 3.217,760  | 1,98        | <b>6.371,16</b>   |
| 3.1.4                  | <b>Kg</b> | Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie SHS, colocado con uniones soldadas en obra. |            |            |             |                   |
|                        |           |  | Total kg : | 1.364,300  | 1,98        | <b>2.701,31</b>   |
| <b>Total 3.1 Acero</b> |           |  |            |            |             | <b>145.242,99</b> |

### 3.2 Placas de anclaje

|       |           |  |            |       |       |               |
|-------|-----------|--|------------|-------|-------|---------------|
| 3.2.1 | <b>Ud</b> | Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con taladro central biselado, de 300x450 mm y espesor 18 mm, con 4 pernos soldados de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro y 59,3398 cm de longitud total. |            |       |       |               |
|       |           |  | Total Ud : | 3,000 | 62,26 | <b>186,78</b> |

- 3.2.2 **Ud** Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 400x750 mm y espesor 25 mm, con 8 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 25 mm de diámetro y 55 cm de longitud total.

Total Ud :        24,000        180,46        **4.331,04**

- 3.2.3 **Ud** Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 400x400 mm y espesor 15 mm, con 4 pernos soldados de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 20 mm de diámetro y 74,0398 cm de longitud total.

Total Ud :        5,000        67,22        **336,10**

- 3.2.4 **Ud** Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 350x500 mm y espesor 20 mm, con 6 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 20 mm de diámetro y 73 cm de longitud total.

Total Ud :        5,000        96,58        **482,90**

**Total 3.2 Placas de anclaje**        5.336,82

### 3.3 Correas

- 3.3.1 **Kg** Acero UNE-EN 10025 S275JR, en vigas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra, a una altura de hasta 3 m.

Total kg : 31.915,400        1,63        **52.022,10**

- 3.3.2 **Kg** Acero UNE-EN 10162 S235JRC, en correas metálicas formadas por piezas simples de perfiles conformados en frío de las series omega, L, U, C o Z, acabado galvanizado, fijadas a las cerchas con uniones atornilladas en obra.

Total kg : 12.060,800        1,91        **23.036,13**

**Total 3.3 Correas**        75.058,23

**Total Presupuesto parcial nº 3 Estructura :**        225.638,04

#### 4. FORJADO DEL ALTILLO

| Nº  | Ud             | Descripción  | Medición  | Precio  | Importe (€)     |
|-----|----------------|--|---|---------|-----------------|
| 4.1 | m <sup>2</sup> | Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, con un volumen total de hormigón en forjado y vigas de 0,143 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> , y acero UNE-EN 10080 B 500 S en zona de refuerzo de negativos y conectores de viguetas y zunchos y vigas, con una cuantía total de 11 kg/m <sup>2</sup> , constituida por: FORJADO UNIDIRECCIONAL: horizontal, de canto 30 = 25+5 cm; montaje y desmontaje de sistema de encofrado continuo, con acabado tipo industrial para revestir, formado por: superficie encofrante de tableros de madera tratada, reforzados con varillas y perfiles, amortizables en 25 usos, estructura soporte horizontal de sopandas metálicas y accesorios de montaje, amortizables en 150 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos; semivigueta pretensada T-12; bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm; capa de compresión de 5 cm de espesor, con armadura de reparto formada por malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080; vigas planas; altura libre de planta de hasta 3 m. Incluso agente filmógeno para el curado de hormigones y morteros. |   |         |                 |
|     |                |  | Total m <sup>2</sup> :                                      | 138,375 | 68,92           |
|     |                |  | <b>Total Presupuesto parcial nº 4 Forjado del altillo :</b> |         | <b>9.536,81</b> |

#### 5. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

| Nº                  | Ud             | Descripción   | Medición                  | Precio    | Importe (€)       |
|---------------------|----------------|---|---------------------------|-----------|-------------------|
| <b>5.1 Fachadas</b> |                |   |                           |           |                   |
| 5.1.1               | m <sup>2</sup> | Fachada de paneles sándwich aislantes, de 50 mm de espesor y 1100 mm de anchura, formados por doble cara metálica de chapa lisa de acero galvanizado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de lana de roca de 100 kg/m <sup>3</sup> de densidad media, colocados en posición vertical y fijados mecánicamente con sistema de fijación oculta a una estructura portante o auxiliar. Incluso accesorios de fijación de los paneles y cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich. |                           |           |                   |
|                     |                |   | Total m <sup>2</sup> :    | 2.027,400 | 72,34             |
|                     |                |   | <b>Total 5.1 Fachadas</b> |           | <b>146.662,12</b> |

## 5.2 Cubiertas

- 5.2.1 **m<sup>2</sup>** Cobertura de paneles sándwich aislantes de acero, con la superficie exterior grecada y la superficie interior lisa, de 30 mm de espesor y 1000 mm de anchura, formados por doble cara metálica de chapa estándar de acero, acabado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media 40 kg/m<sup>3</sup>, y accesorios, colocados con un solape del panel superior de 200 mm y fijados mecánicamente sobre entramado ligero metálico, en cubierta inclinada, con una pendiente mayor del 10%. Incluso accesorios de fijación de los paneles sándwich, cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich y pintura antioxidante de secado rápido, para la protección de los solapes entre paneles sándwich.

Total m<sup>2</sup> : 2.400,000      37,74      **90.576,00**

- 5.2.2 **m<sup>2</sup>** Formación de lucernario a un agua en cubiertas, con estructura autoportante de perfiles de aluminio lacado para una dimensión de luz máxima entre 3 y 8 m, revestido con placas de polimetacrilato de metilo incoloras de 6 mm de espesor. Incluso tornillería, elementos de remate y piezas de anclaje para formación del elemento portante, cortes de plancha, fijación sobre estructura con acuñado en galces, sellado en frío con cordón continuo de silicona incolora y colocación de junquillos. Totalmente terminado en condiciones de estanqueidad.

Total m<sup>2</sup> : 280,000      295,21      **82.658,80**

- 5.2.3 **m** Formación de limahoya con doble tabique aligerado de 9 cm de espesor cada uno, de ladrillo cerámico hueco de 24x11,5x9 cm, recibidos con mortero de cemento, industrial, M-5 y macizado con mortero de cemento, industrial, M-5 para recibir la plancha de acero galvanizado de 0,70 mm de espesor y 500 mm de desarrollo, preformada. Incluso p/p de piezas especiales, solapes, fijaciones, conexiones a bajantes y junta de estanqueidad.

Total m : 80,000      42,33      **3.386,40**

**Total 5.2 Cubiertas      176.621,20**

### 5.3 Carpintería y puertas

5.3.1 **Ud** Puerta corredera automática, de aluminio y vidrio, para acceso peatonal, con sistema de apertura central, de dos hojas deslizantes de 100x210 cm y dos hojas fijas de 120x210 cm, compuesta por: cajón superior con mecanismos, equipo de motorización y batería de emergencia para apertura y cierre automático en caso de corte del suministro eléctrico, de aluminio lacado, color blanco, dos detectores de presencia por radiofrecuencia, célula fotoeléctrica de seguridad y panel de control con cuatro modos de funcionamiento seleccionables; cuatro hojas de vidrio laminar de seguridad 5+5, incoloro, 1B1 según UNE-EN 12600 con perfiles de aluminio lacado, color blanco, fijadas sobre los perfiles con perfil continuo de neopreno. Incluso limpieza previa del soporte, material de conexionado eléctrico y ajuste y fijación en obra.

|            |       |          |                 |
|------------|-------|----------|-----------------|
| Total Ud : | 1,000 | 4.357,39 | <b>4.357,39</b> |
|------------|-------|----------|-----------------|

5.3.2 **Ud** Puerta cortafuegos pivotante homologada, EI2 60-C5, de una hoja de 63 mm de espesor, 800x2000 mm de luz y altura de paso, acabado lacado en color blanco formada por 2 chapas de acero galvanizado de 0,8 mm de espesor, plegadas, ensambladas y montadas, con cámara intermedia de lana de roca de alta densidad y placas de cartón yeso, sobre cerco de acero galvanizado de 1,5 mm de espesor con junta intumescente y garras de anclaje a obra, incluso cierrapuertas para uso moderado. Elaborada en taller, con ajuste y fijación en obra. Totalmente montada y probada.

|            |       |        |               |
|------------|-------|--------|---------------|
| Total Ud : | 1,000 | 367,65 | <b>367,65</b> |
|------------|-------|--------|---------------|

5.3.3 **Ud** Puerta seccional industrial, de 5x5 m, formada por panel sándwich, de 40 mm de espesor, de doble chapa de acero zincado con núcleo aislante de espuma de poliuretano, acabado lacado de color RAL 9016 en la cara exterior y de color RAL 9002 en la cara interior, con mirilla central de 610x180 mm, formada por marco de material sintético y acristalamiento de polimetilmetacrilato (PMMA), juntas entre paneles y perimetrales de estanqueidad, guías laterales de acero galvanizado, herrajes de colgar, equipo de motorización, muelles de torsión, cables de suspensión, cuadro de maniobra con pulsador de control de apertura y cierre de la puerta y pulsador de parada de emergencia, sistema antipinzamiento para evitar el atrapamiento de las manos, en ambas caras y sistemas de seguridad en caso de rotura de muelle y de rotura de cable.

|            |       |          |                  |
|------------|-------|----------|------------------|
| Total Ud : | 4,000 | 4.499,53 | <b>17.998,12</b> |
|------------|-------|----------|------------------|

|  |                  |
|--|------------------|
| <b>Total 5.3 Carpintería y puertas</b> | <b>22.723,16</b> |
|--|------------------|



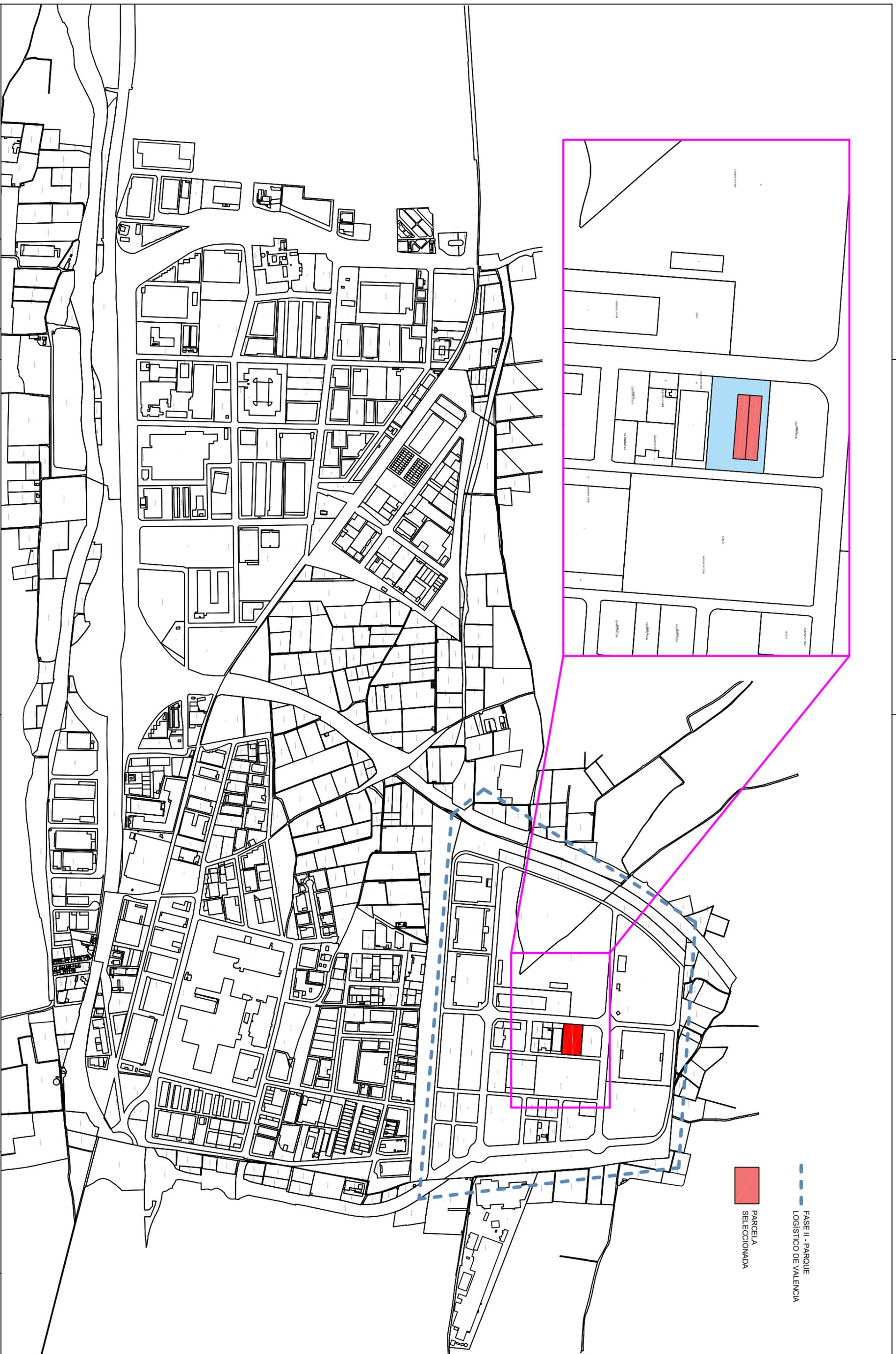
|  |                     |
|--|---------------------|
| <b>4 Forjado del altillo</b>   | <b>9.536,81</b>     |
| <b>5 Elementos constructivos</b>   | <b>417.454,48</b>   |
| <b>6 Gestión de residuos</b>   | <b>13.443,60</b>    |
| <hr/>  |                     |
| <b>Presupuesto de ejecución material (PEM)</b>                                   | <b>785.329,78</b>   |
| 13% de gastos generales  | 102.092,87          |
| 6% de beneficio industrial   | 47.119,79           |
| <b>Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)</b>               | <b>934.542,44</b>   |
| 21% IVA  | 196.253,91          |
| <b>Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)</b> | <b>1.130.796,35</b> |

**Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de UN MILLÓN CIENTO TREINTA MIL SETECIENTOS NOVENTA Y SEIS EUROS CON TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS.**

# PLANOS

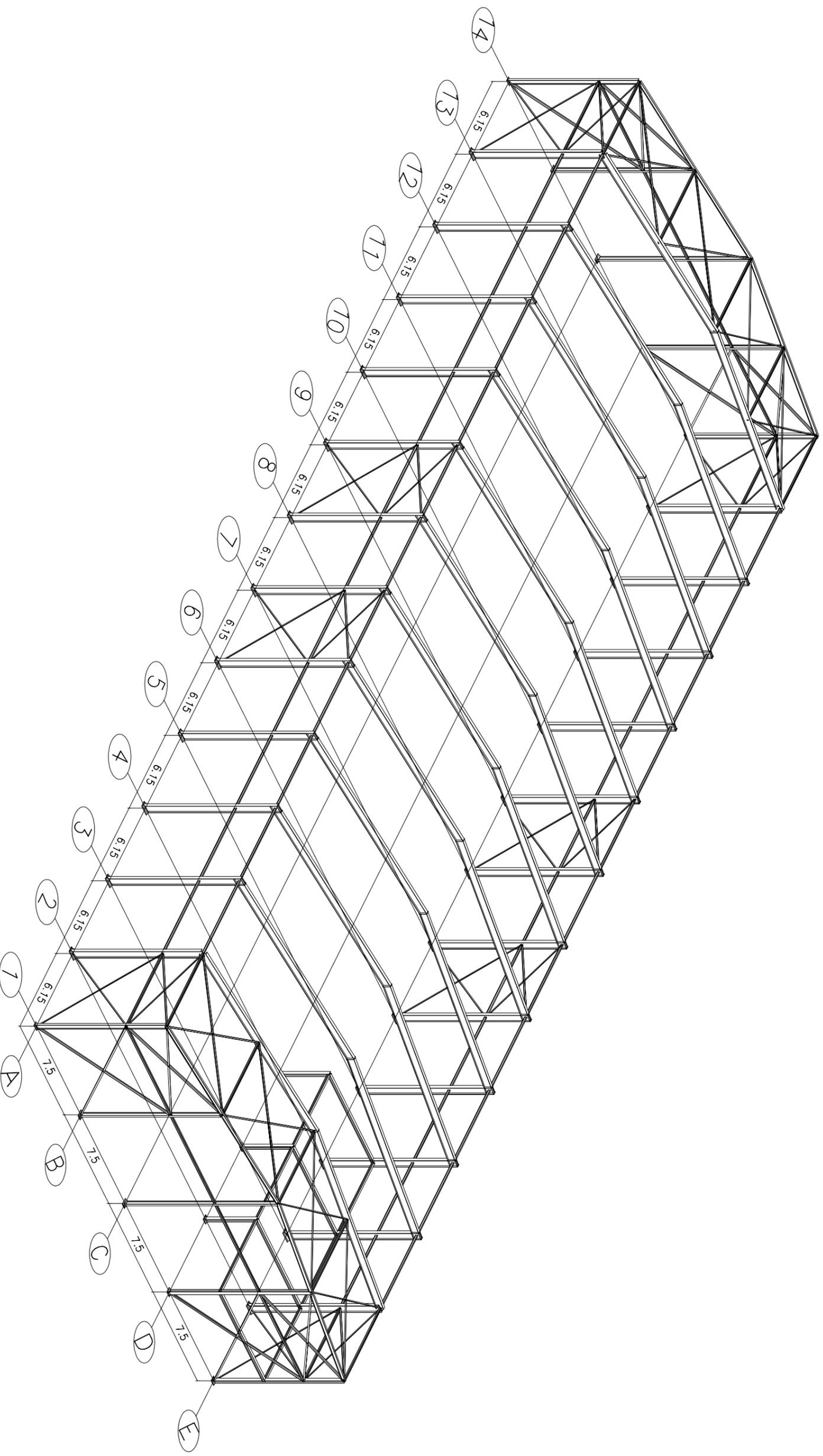
## ÍNDICE DE PLANOS

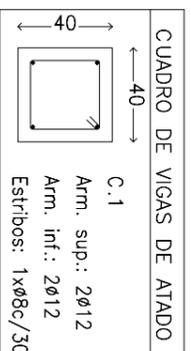
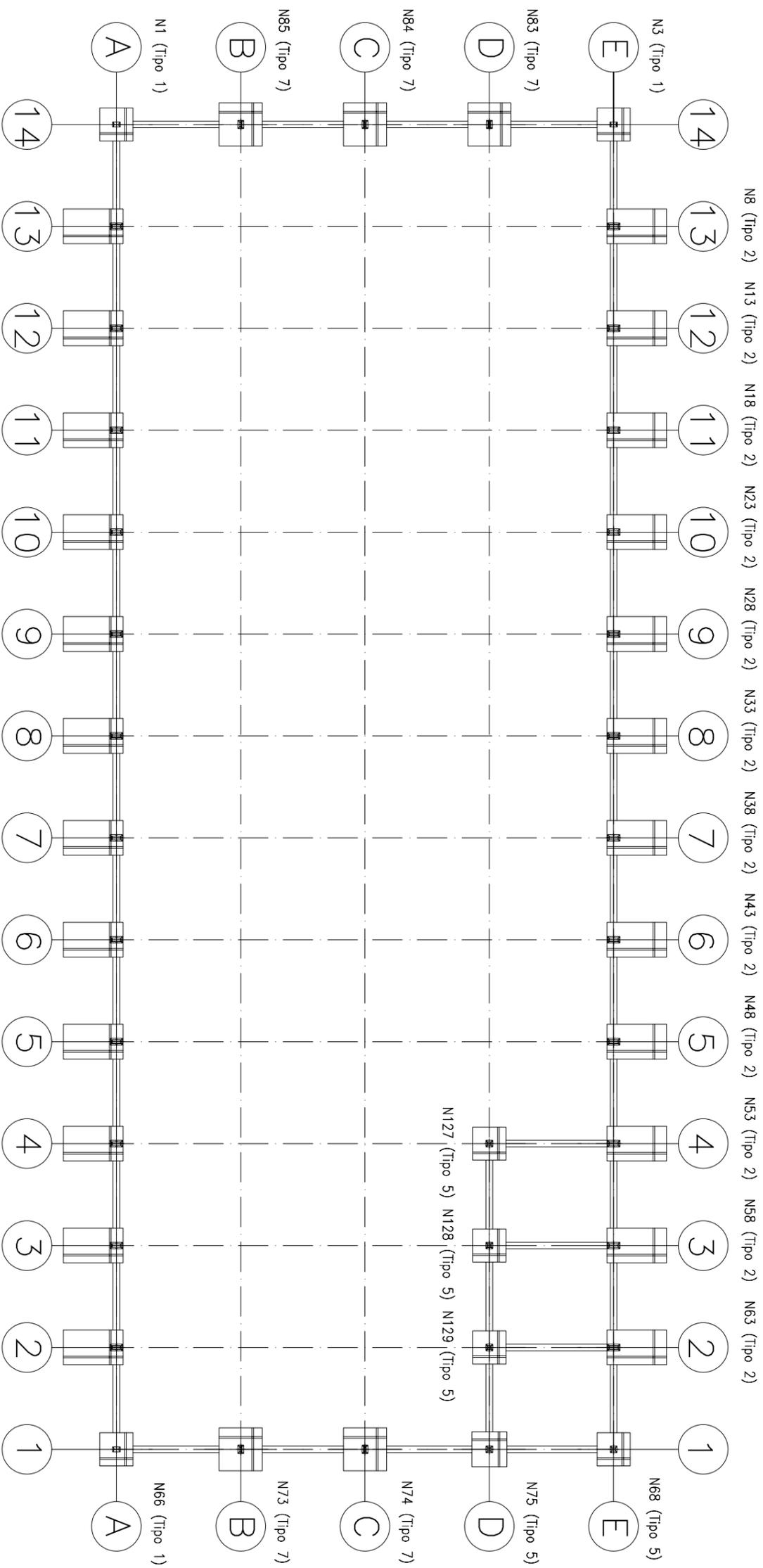
1. PLANO DE EMPLAZAMIENTO
2. PLANO ESTRUCTURA 3D
3. PLANO DE CIMENTACIONES
4. PLANO DE ZAPATAS I
5. PLANO DE ZAPATAS II
6. PLANO DE VIGAS DE ATADO
7. PLANO DE PÓRTICO INTERIOR – ALINEACIONES 2 A 13
8. PLANO DE PÓRTICO DE FACHADA – ALINEACIONES 1 Y 14
9. PLANO DEL ALTILLO Y DIRECCIÓN DEL FORJADO
10. PLANO ALINEACIÓN D
11. PLANO ESTRUCTURA DE CUBIERTA
12. PLANO FACHADA LATERAL – ALINEACIONES A Y F
13. PLANO DE CORREAS
14. PLANO CERRAMIENTO LATERAL
15. PLANO CERRAMIENTO DE CUBIERTA
16. PLANO CERRAMIENTO FRONTAL



--- FASE II - PARQUE LOGÍSTICO DE VALENCIA

■ PARCELA SELECCIONADA



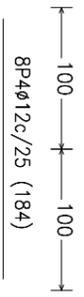


| CUADRO DE VIGAS DE ATADO  |                             |                                | CUADRO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN                         |                  |            |               |               |               |               |
|---|-----------------------------|--------------------------------|--|------------------|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Referencias   | Pernos de Placas de Anclaje | Dimensión de Placas de Anclaje | Referencias  | Dimensiones (cm) | Canto (cm) | Armado inf. X | Armado inf. Y | Armado sup. X | Armado sup. Y |
| N3, N66 y N1  | 4 Pernos $\phi$ 16          | Placa base (300x450x18)        | N1, N3, N66, N68, N127, N128 y N129                        | 200x200          | 50         | 8Ø12c/25      | 8Ø12c/25      | 8Ø12c/25      | 8Ø12c/25      |
| N8, N13, N18, N23, N28, N33, N38, N43, N48, N53, N63, N58, N61, N56, N51, N46, N41, N36, N31, N26, N21, N16, N11 y N6 | 8 Pernos $\phi$ 25          | Placa base (400x750x25)        | N6, N11, N16, N21, N26, N31, N36, N41, N46, N51, N56 y N61 | 210x360          | 75         | 12Ø16c/29     | 7Ø16c/29      | 12Ø16c/29     | 7Ø16c/29      |
| N127, N128, N129, N68 y N75   | 4 Pernos $\phi$ 20          | Placa base (400x400x15)        | N8, N13, N18, N23, N28, N33, N38, N43, N48, N53, N58 y N63 | 210x360          | 75         | 12Ø16c/29     | 7Ø16c/29      | 12Ø16c/29     | 7Ø16c/29      |
| N74, N73, N85, N84 y N83  | 6 Pernos $\phi$ 20          | Placa base (350x500x18)        | N73, N74, N83, N84 y N85                                   | 260x260          | 60         | 13Ø12c/20     | 13Ø12c/20     | 13Ø12c/20     | 13Ø12c/20     |
|   |                             |                                | N75  | 210x210          | 50         | 8Ø12c/25      | 8Ø12c/25      | 8Ø12c/25      | 8Ø12c/25      |

| Elemento                                      | Pos.       | Diám. | No. | Long. (cm)    | Total B 500 S, Ys=1.15 (kg) |       |
|---|------------|-------|-----|---------------|-----------------------------|-------|
| N3=N127=N128=N129=N68<br>N65=N1               | 1          | ø12   | 8   | 184           | 13,1                        |       |
|   | 2          | ø12   | 8   | 1472          | 13,1                        |       |
|   | 3          | ø12   | 8   | 1472          | 13,1                        |       |
|   | 4          | ø12   | 8   | 1472          | 13,1                        |       |
| Total+10%:                                    |            |       |     | (x7):         | 57,6                        |       |
| N8=N13=N18=N23=N28=N33<br>N38=N43=N48=N53=N58 | 5          | ø16   | 12  | 2328          | 36,7                        |       |
|   | 6          | ø16   | 7   | 344           | 36,0                        |       |
|   | 7          | ø16   | 12  | 2328          | 36,7                        |       |
|   | 8          | ø16   | 7   | 344           | 36,0                        |       |
|   | Total+10%: |       |     |               | (x12):                      | 164,3 |
|   | N75        | 9     | ø12 | 8             | 194                         | 13,8  |
|   |            | 10    | ø12 | 8             | 194                         | 13,8  |
|   |            | 11    | ø12 | 8             | 1552                        | 13,8  |
| 12  |            | ø12   | 8   | 1552          | 13,8                        |       |
| Total+10%:                                    |            |       |     | (x7):         | 60,7                        |       |
| Total:  |            |       |     | ø12: 463,9    |                             |       |
|   |            |       |     | ø16: 1971,6   |                             |       |
|   |            |       |     | Total: 2435,5 |                             |       |

N3, N127, N128, N129, N68, N66 y N1

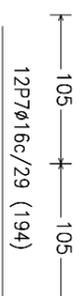
(N3)



(N3)

N8, N13, N18, N23, N28, N33, N38, N43, N48, N53, N63 y N58

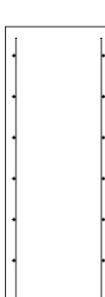
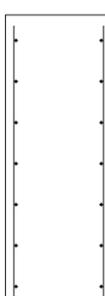
(N8)



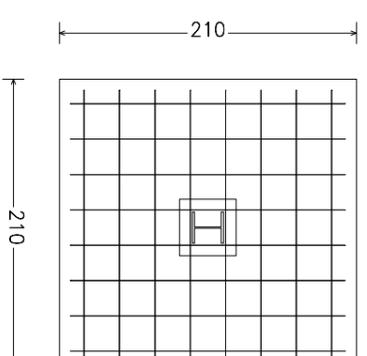
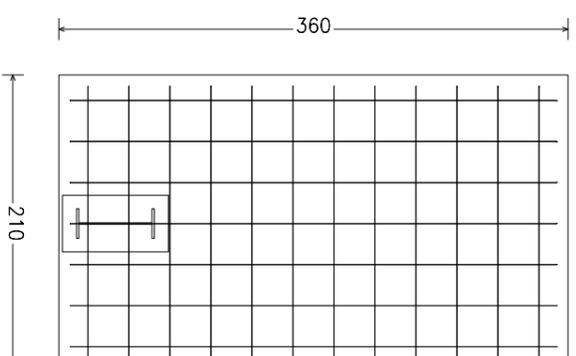
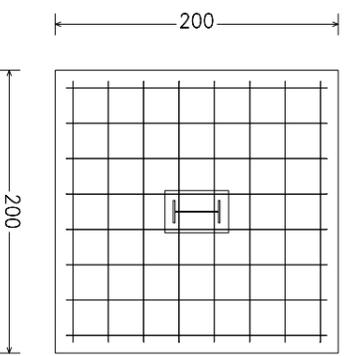
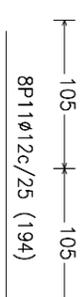
(N8)

N75

(N75)



(N75)



| Elemento  | Pos. | Diám. | No. | Long.  | Total B 500 S, Ys=1.15 |
|---|------|-------|-----|--------|------------------------|
|   |      |       |     | (cm)   | (kg)                   |
| N74=N73=N85=N84=N83                               | 1    | Ø12   | 13  | 244    | 3172                   |
|   | 2    | Ø12   | 13  | 244    | 28.2                   |
|   | 3    | Ø12   | 13  | 244    | 28.2                   |
|   | 4    | Ø12   | 13  | 244    | 28.2                   |
| Total+10%:  |      |       |     | 124.1  |                        |
| (x0):   |      |       |     | 620.5  |                        |
| N61=N56=N51=N46=N41=N36<br>N31=N26=N21=N16=N11=N6 | 5    | Ø16   | 12  | 194    | 2328                   |
|   | 6    | Ø16   | 7   | 344    | 2408                   |
|   | 7    | Ø16   | 12  | 194    | 2328                   |
|   | 8    | Ø16   | 7   | 344    | 2408                   |
| Total+10%:  |      |       |     | 164.3  |                        |
| (x12):  |      |       |     | 1971.6 |                        |
| Ø12:  |      |       |     | 620.5  |                        |
| Ø16:  |      |       |     | 1971.6 |                        |
| Total:  |      |       |     | 2592.1 |                        |

N74, N73, N85, N84 y N83

(N74)



(N74)

N61, N56, N51, N46, N41, N36, N31, N26, N21, N16, N11 y N6

(N61)



(N61)

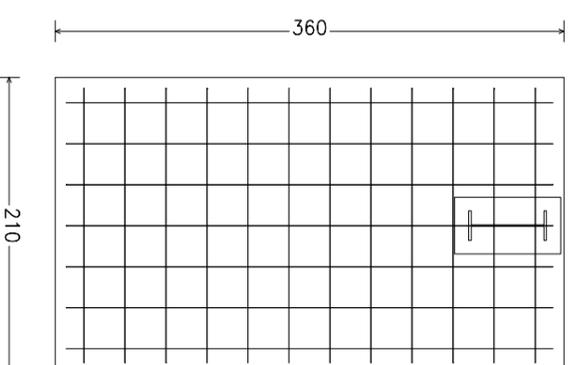
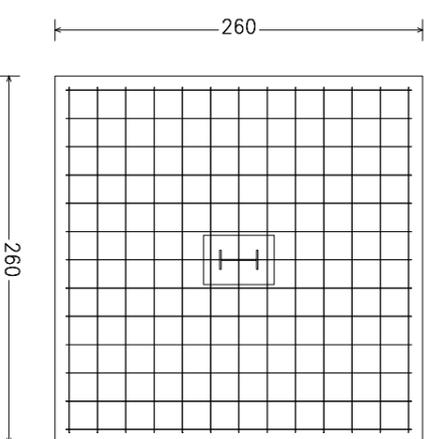
12P7Ø16c/29 (194)

7P8Ø16c/29 (344)

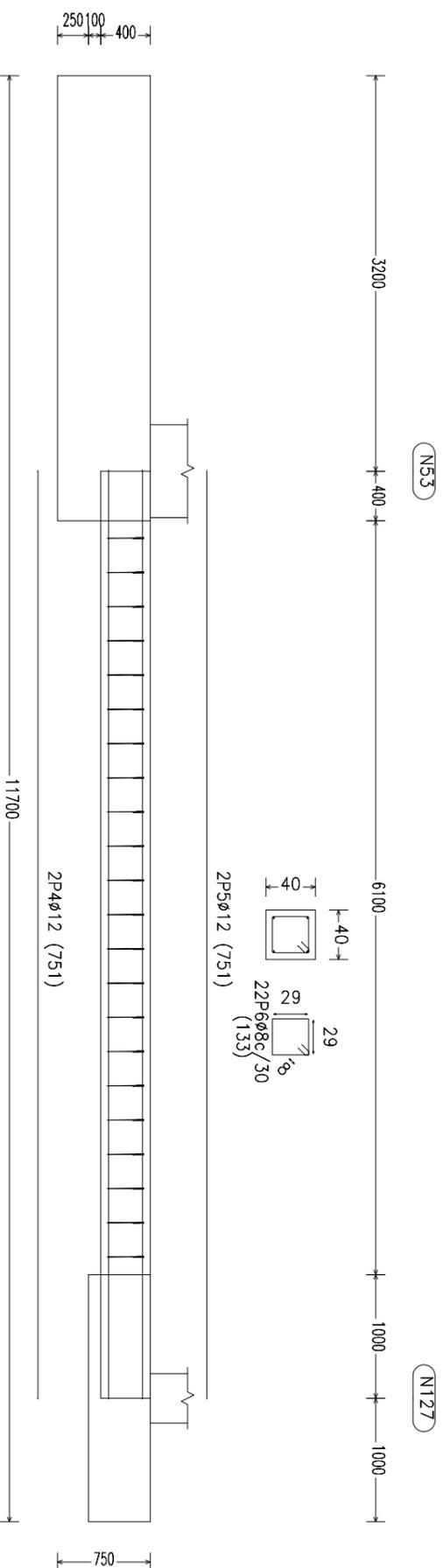
75

12P5Ø16c/29 (194)

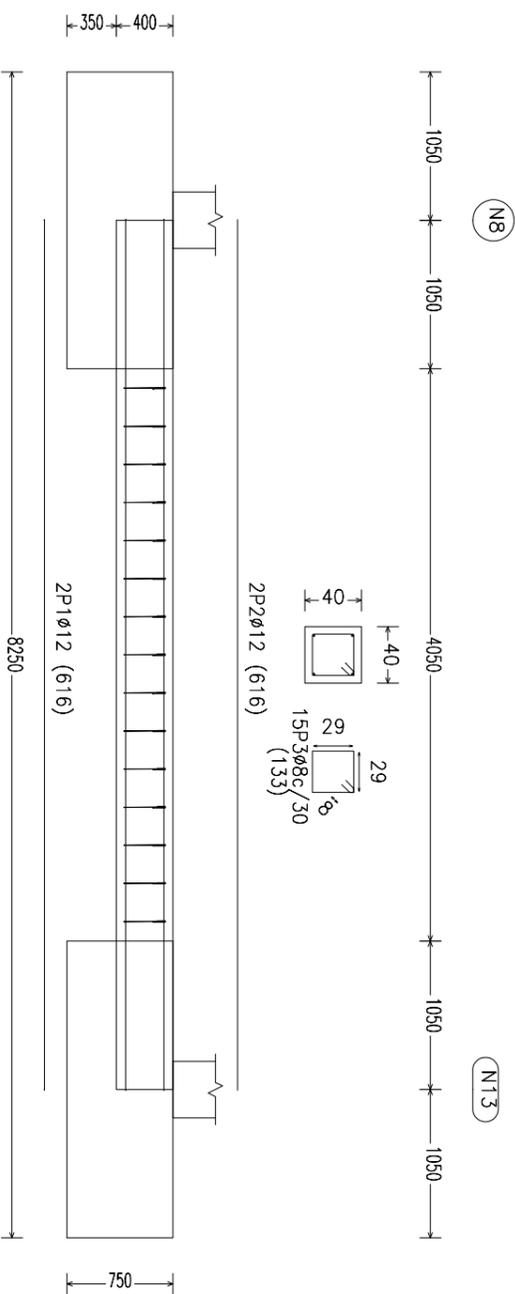
7P6Ø16c/29 (344)



C [N53-N127], C [N128-N58], C [N68-N75], C [N75-N74], C [N74-N73], C [N73-N66], C [N129-N63], C [N1-N85], C [N85-N84], C [N84-N83] y C [N83-N3]

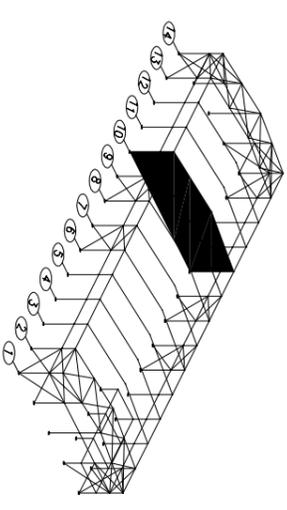
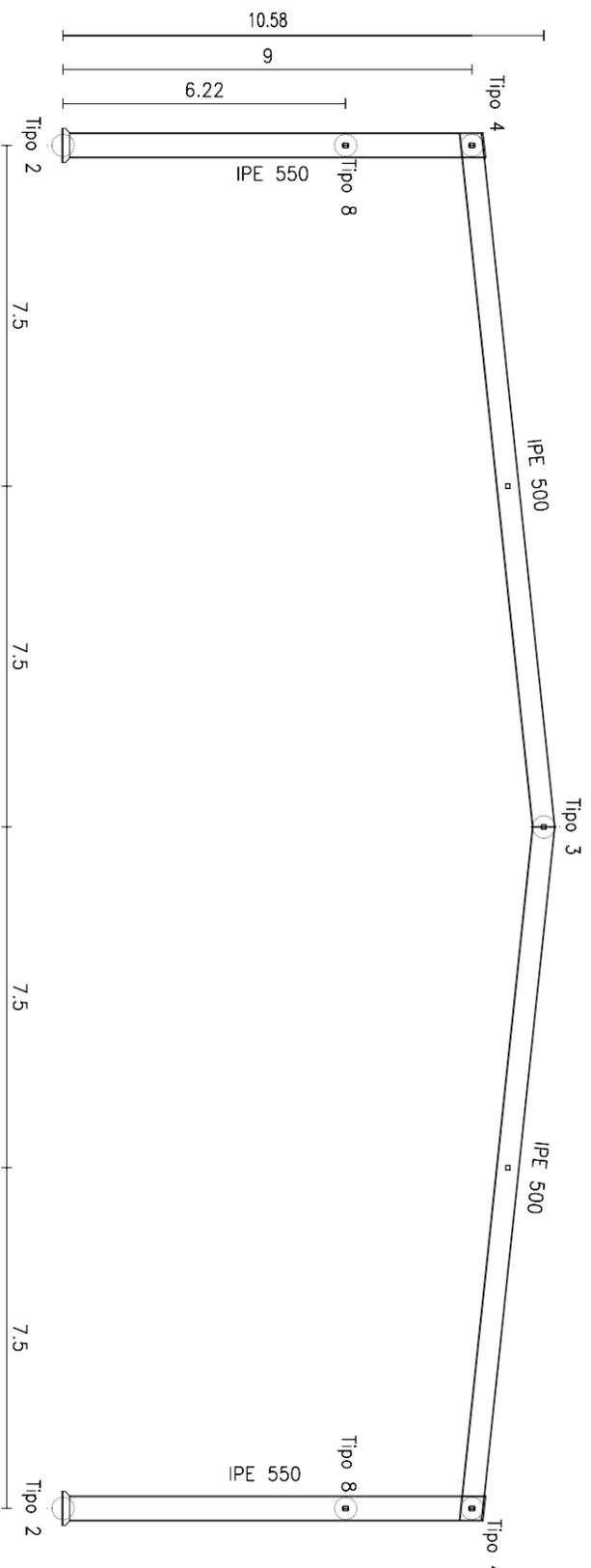


C [N8-N13], C [N13-N18], C [N18-N23], C [N23-N28], C [N28-N33], C [N33-N38], C [N38-N43], C [N43-N48], C [N48-N53], C [N127-N128], C [N53-N58], C [N58-N63], C [N63-N68], C [N66-N61], C [N61-N56], C [N128-N129], C [N129-N75], C [N56-N51], C [N51-N46], C [N46-N41], C [N41-N36], C [N36-N31], C [N31-N26], C [N26-N21], C [N21-N16], C [N16-N11], C [N11-N6], C [N6-N1] y C [N3-N8]

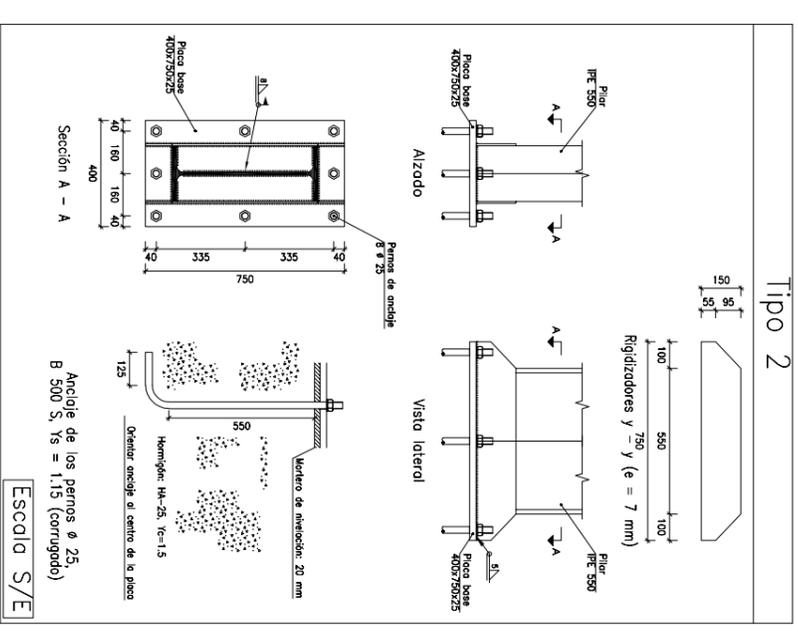
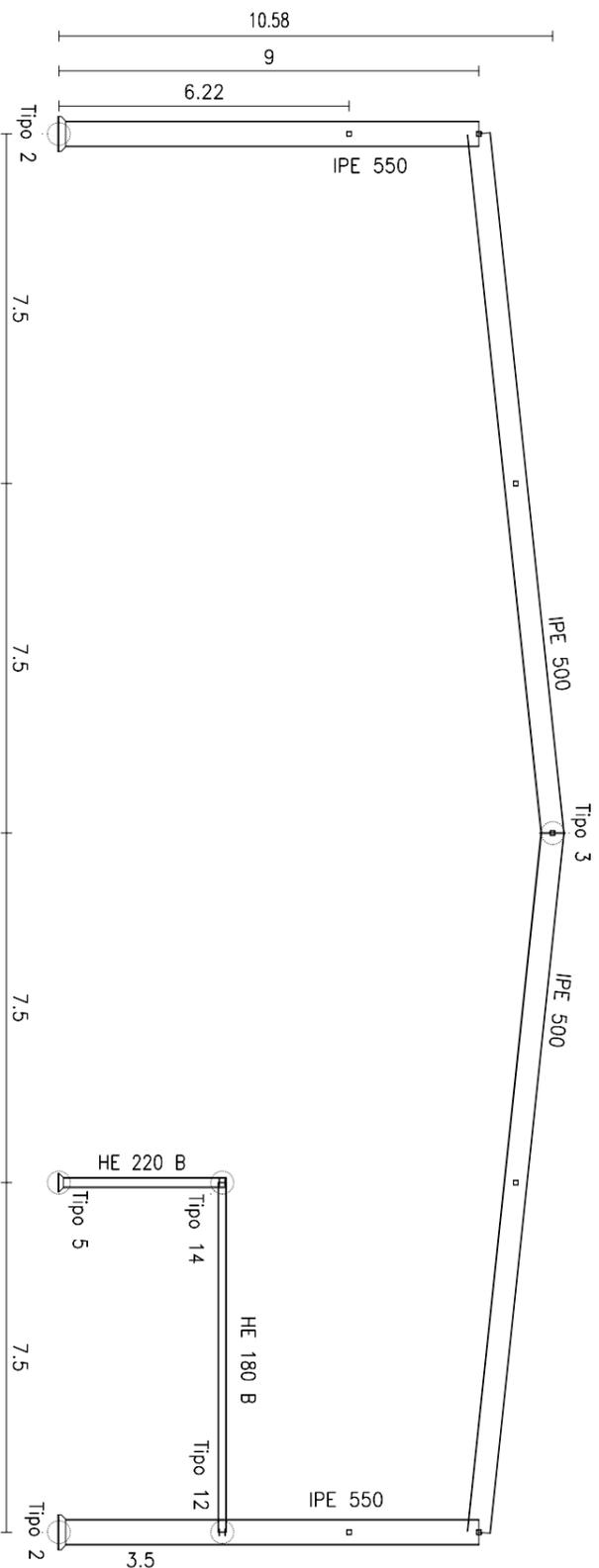


| Elemento                  | Pos. | Diám. | No. | Long. (cm) | Total (cm) | B | S | Ys=1,15 (kg) |
|---------------------------|------|-------|-----|------------|------------|---|---|--------------|
| C [N8-N13]=C [N13-N18]    | 1    | Ø12   | 2   | 616        | 1232       |   |   | 10.9         |
| C [N18-N23]=C [N23-N28]   | 2    | Ø12   | 2   | 616        | 1232       |   |   | 10.9         |
| C [N28-N33]=C [N33-N38]   | 3    | Ø8    | 15  | 133        | 1995       |   |   | 7.9          |
| C [N38-N43]=C [N43-N48]   |      |       |     |            |            |   |   |              |
| C [N48-N53]=C [N127-N128] |      |       |     |            |            |   |   |              |
| C [N53-N58]=C [N58-N63]   |      |       |     |            |            |   |   |              |
| C [N63-N68]=C [N66-N61]   |      |       |     |            |            |   |   |              |
| C [N61-N56]=C [N128-N129] |      |       |     |            |            |   |   |              |
| C [N129-N75]=C [N56-N51]  |      |       |     |            |            |   |   |              |
| C [N51-N46]=C [N46-N41]   |      |       |     |            |            |   |   |              |
| C [N41-N36]=C [N36-N31]   |      |       |     |            |            |   |   |              |
| C [N31-N26]=C [N26-N21]   |      |       |     |            |            |   |   |              |
| C [N21-N16]=C [N16-N11]   |      |       |     |            |            |   |   |              |
| C [N11-N6]=C [N6-N1]      |      |       |     |            |            |   |   |              |
| C [N3-N8]                 |      |       |     |            |            |   |   |              |
|                           |      |       |     | Total+10%: |            |   |   | 32.7         |
|                           |      |       |     | (x29):     |            |   |   | 948.3        |
| C [N53-N127]=C [N128-N58] | 4    | Ø12   | 2   | 751        | 1502       |   |   | 13.3         |
| C [N68-N75]=C [N75-N74]   | 5    | Ø12   | 2   | 751        | 1502       |   |   | 13.3         |
| C [N74-N73]=C [N73-N66]   | 6    | Ø8    | 22  | 133        | 2926       |   |   | 11.5         |
| C [N129-N63]=C [N1-N85]   |      |       |     |            |            |   |   |              |
| C [N85-N84]=C [N84-N83]   |      |       |     |            |            |   |   |              |
| C [N83-N3]                |      |       |     |            |            |   |   |              |
|                           |      |       |     | Total+10%: |            |   |   | 41.9         |
|                           |      |       |     | (x11):     |            |   |   | 460.9        |
|                           |      |       |     | Ø8:        |            |   |   | 390.9        |
|                           |      |       |     | Ø12:       |            |   |   | 1018.3       |
|                           |      |       |     | Total:     |            |   |   | 1409.2       |

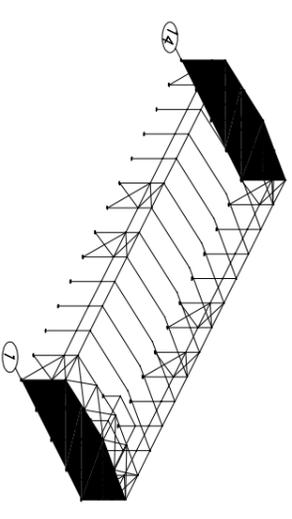
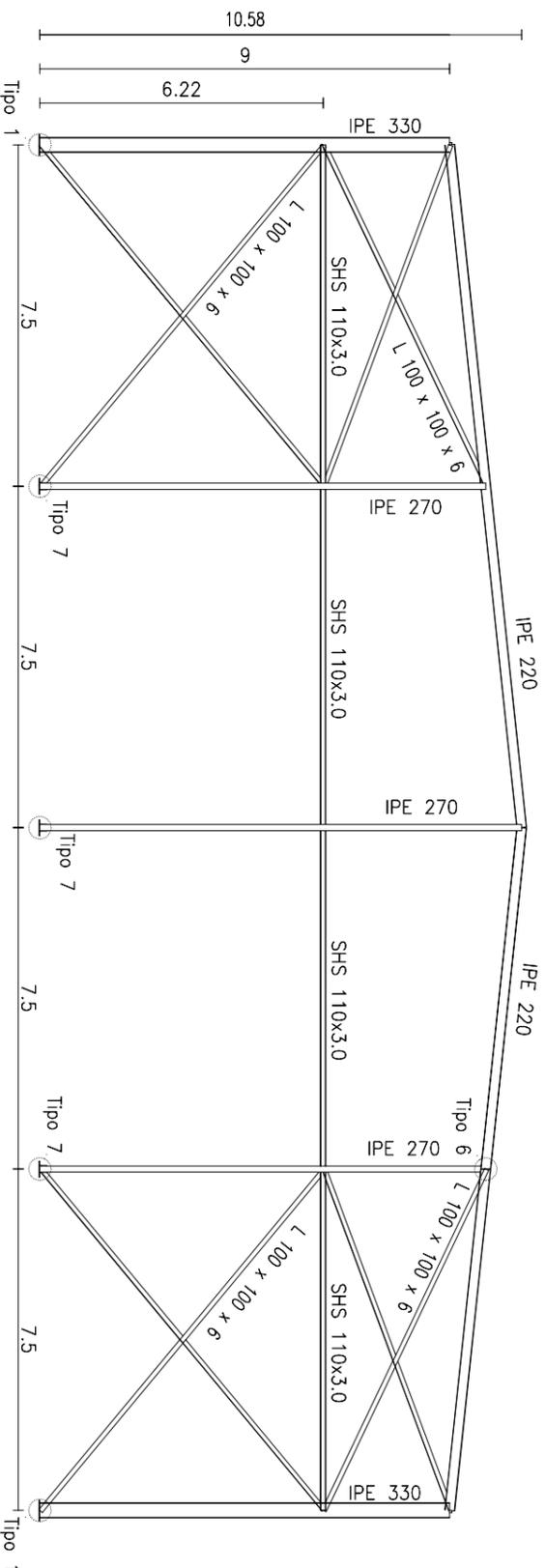
# PÓRTICO INTERIOR - ALINEACIONES 5-13



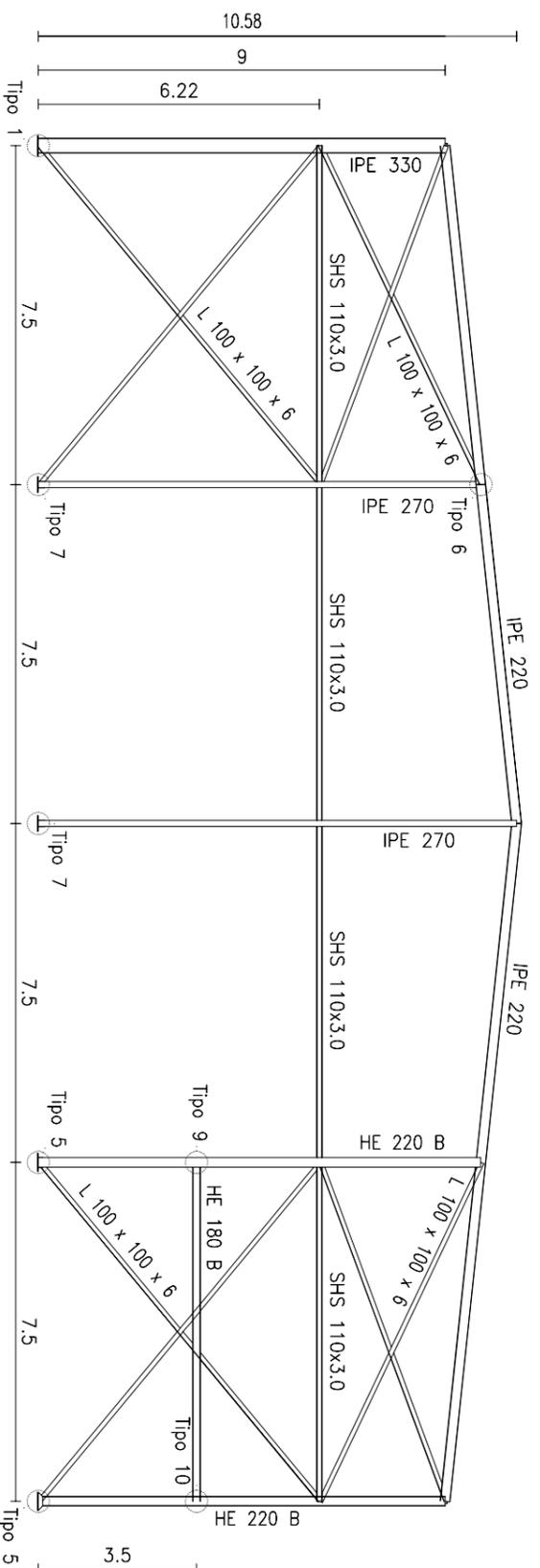
# PÓRTICO INTERIOR - ALINEACIONES 2-4



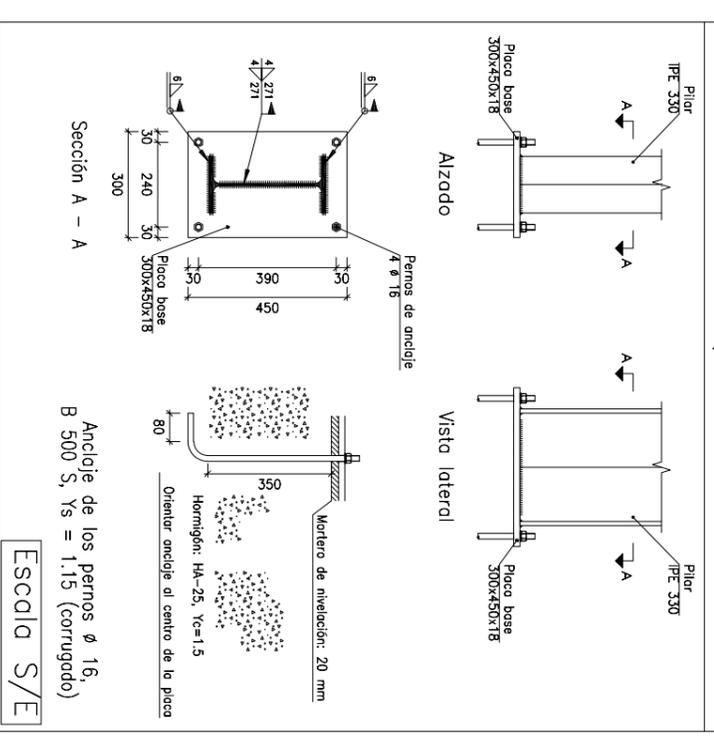
# FACHADA FRONTAL - ALINEACIÓN 14

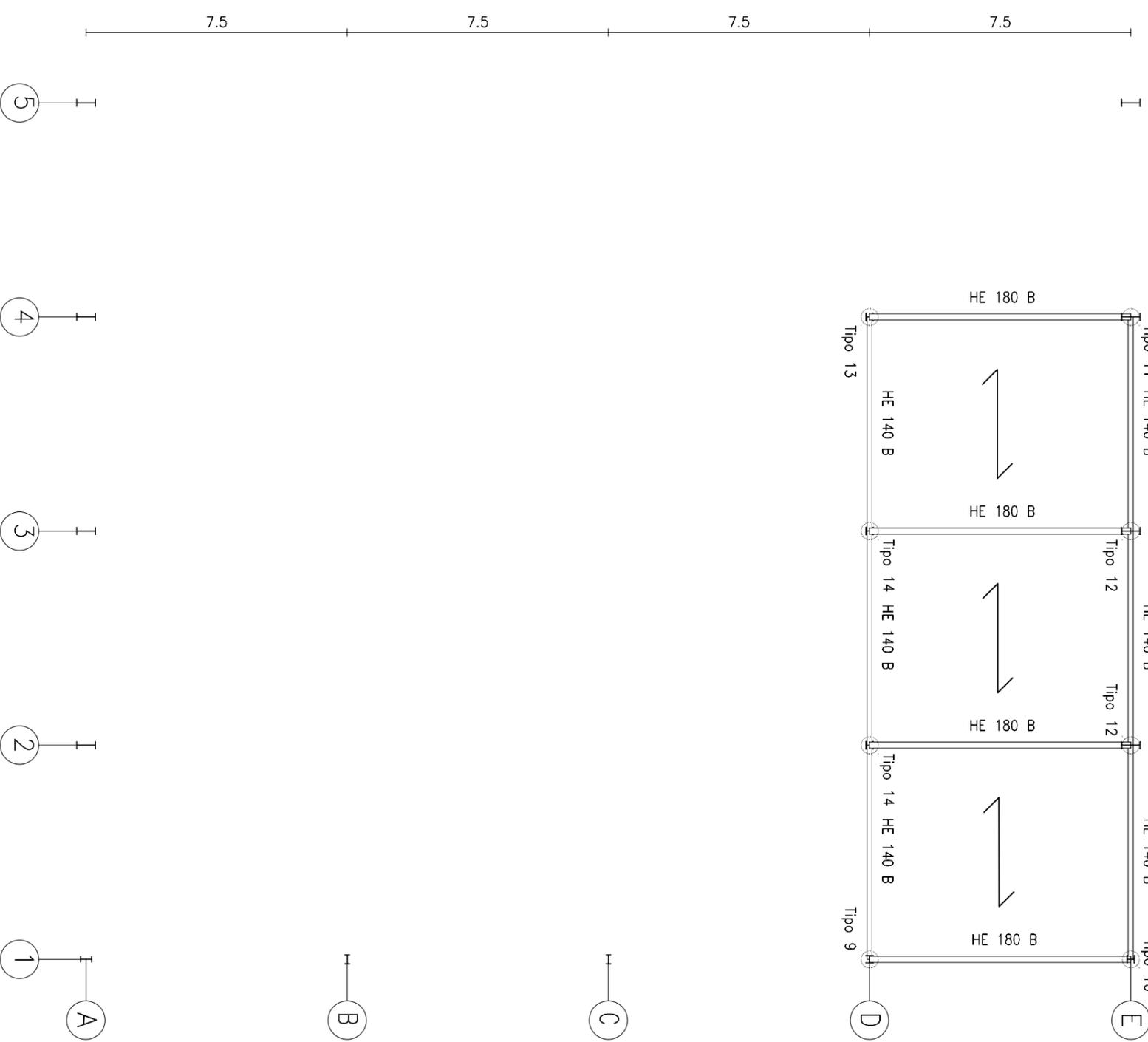
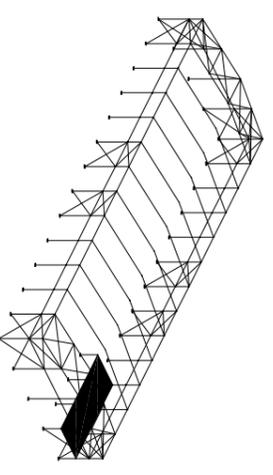
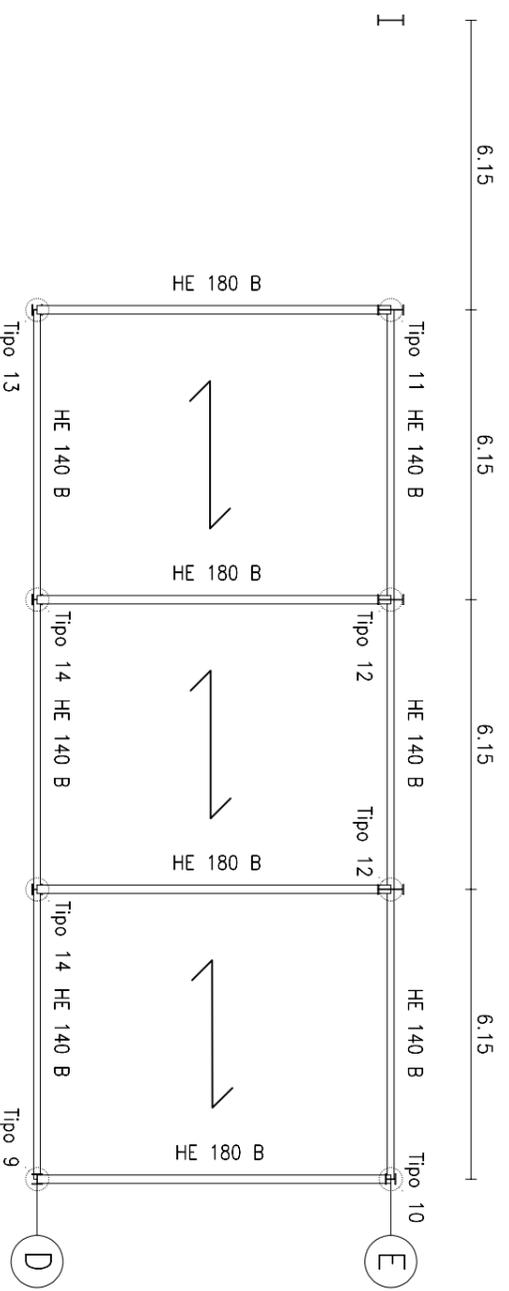


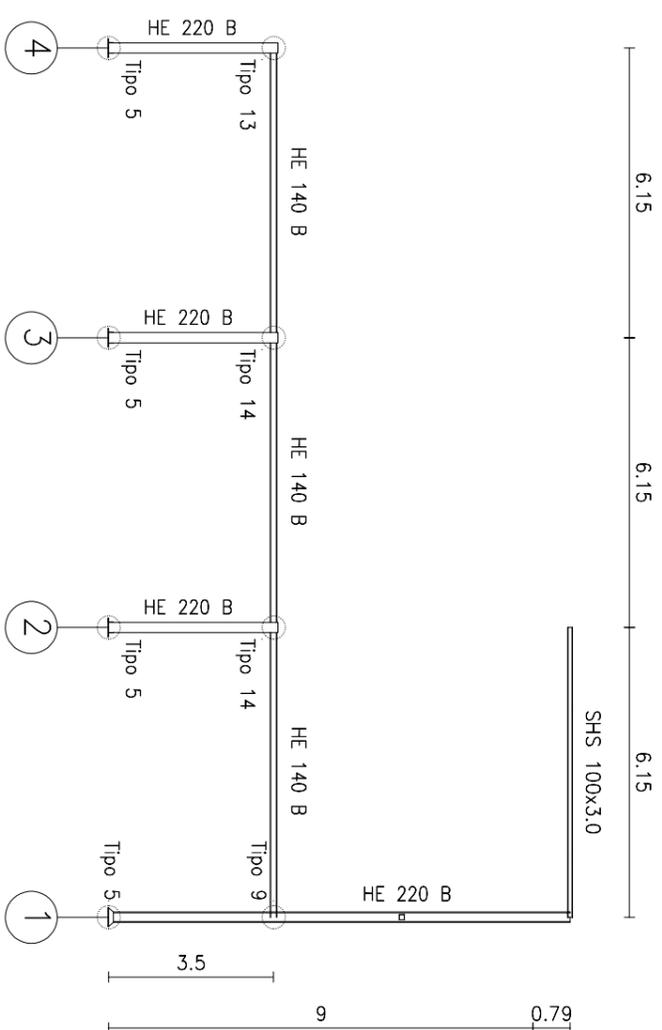
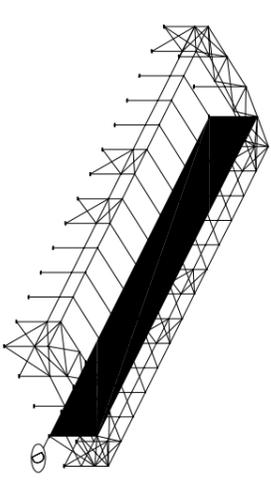
# FACHADA FRONTAL - ALINEACIÓN 1



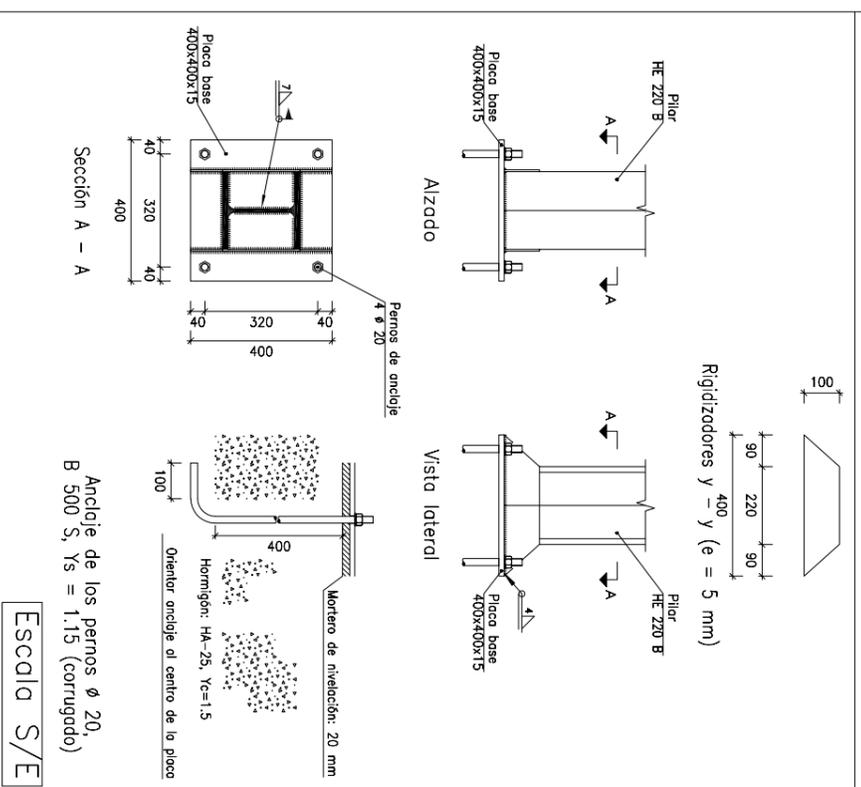
Tipo 1



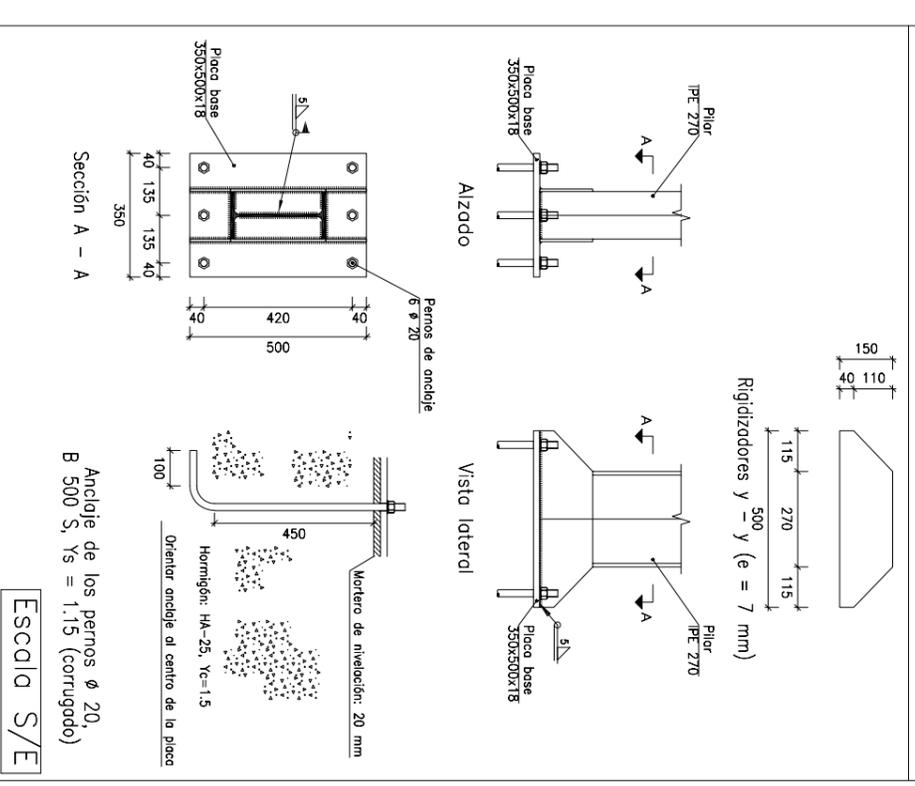


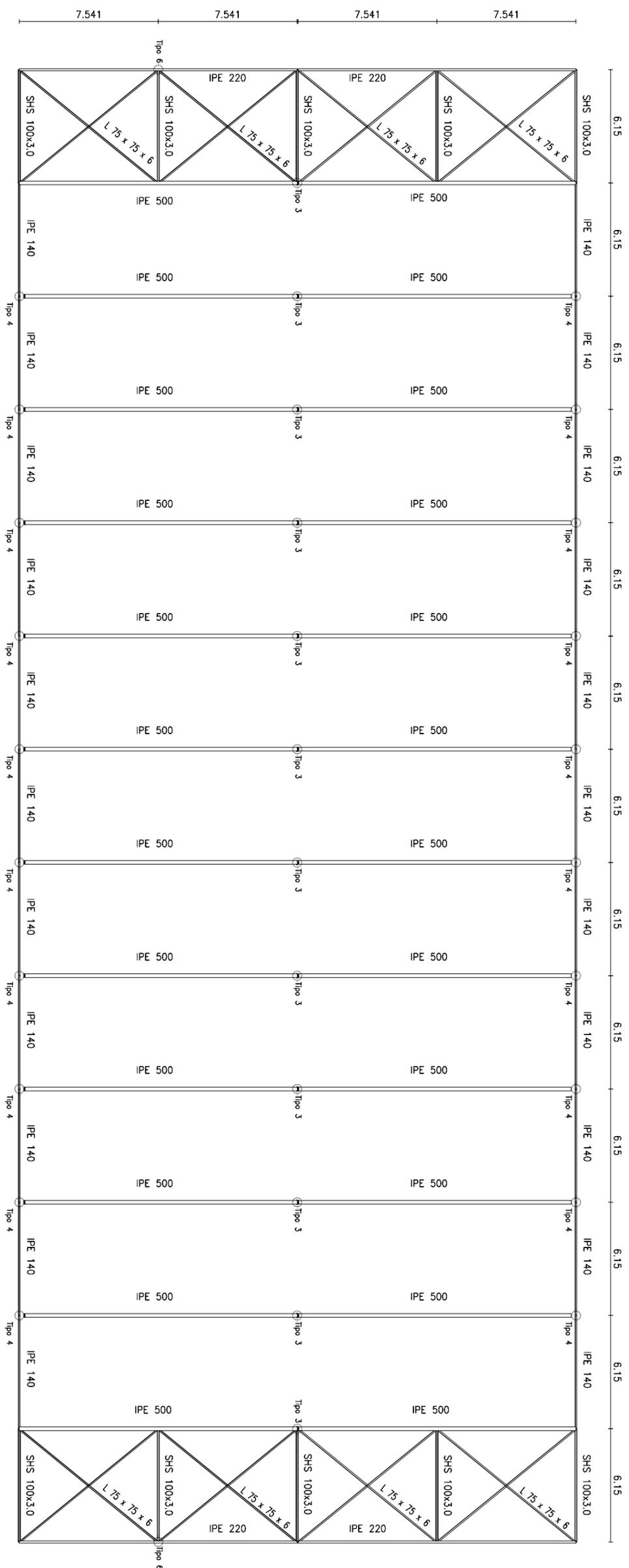
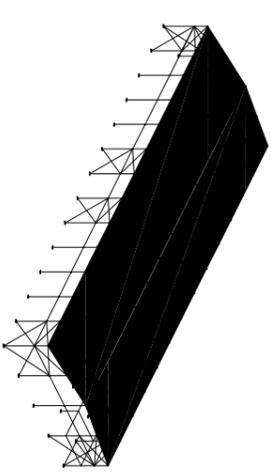


Tipo 5

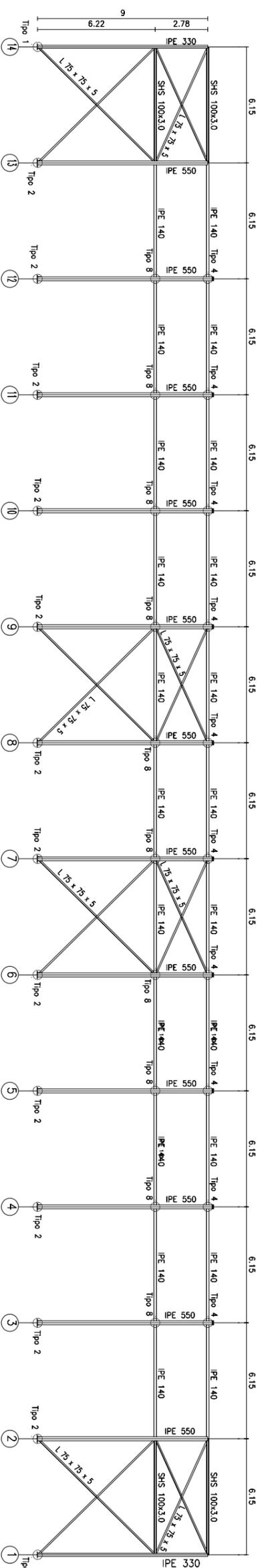
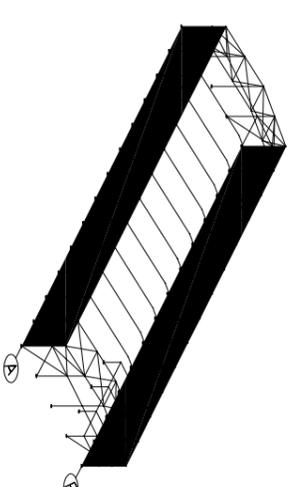


Tipo 7

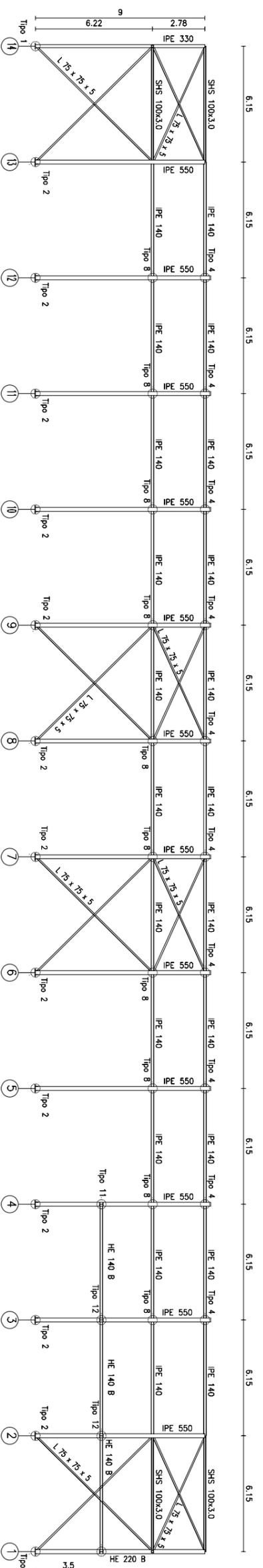


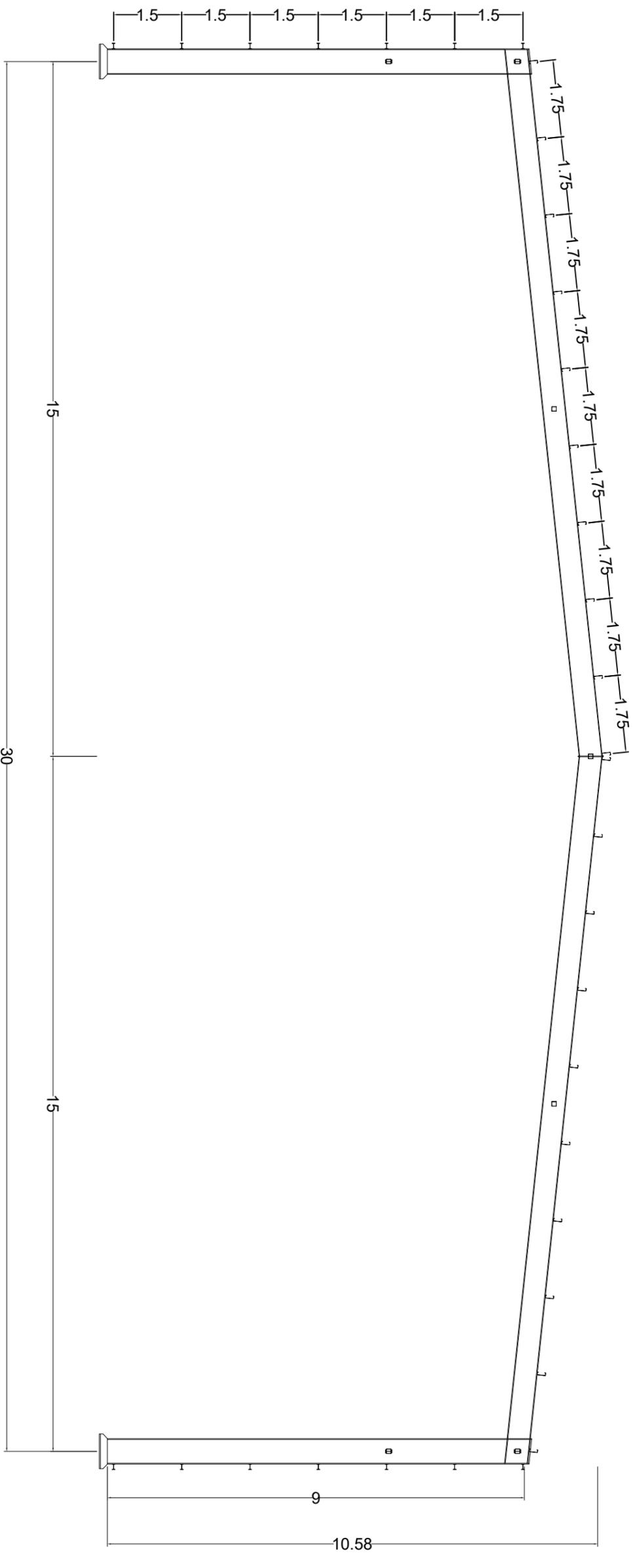


# FACHADA LATERAL - ALINEACIÓN A



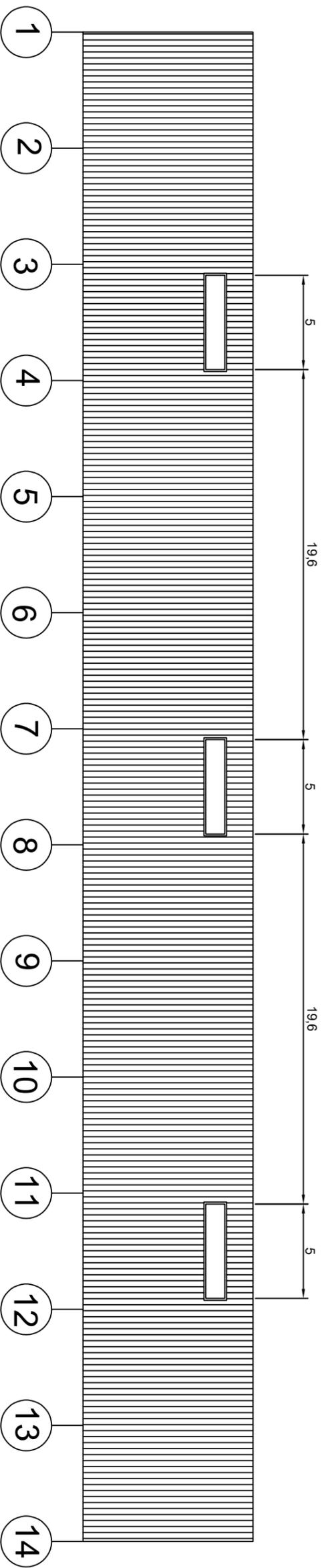
# FACHADA LATERAL - ALINEACIÓN E



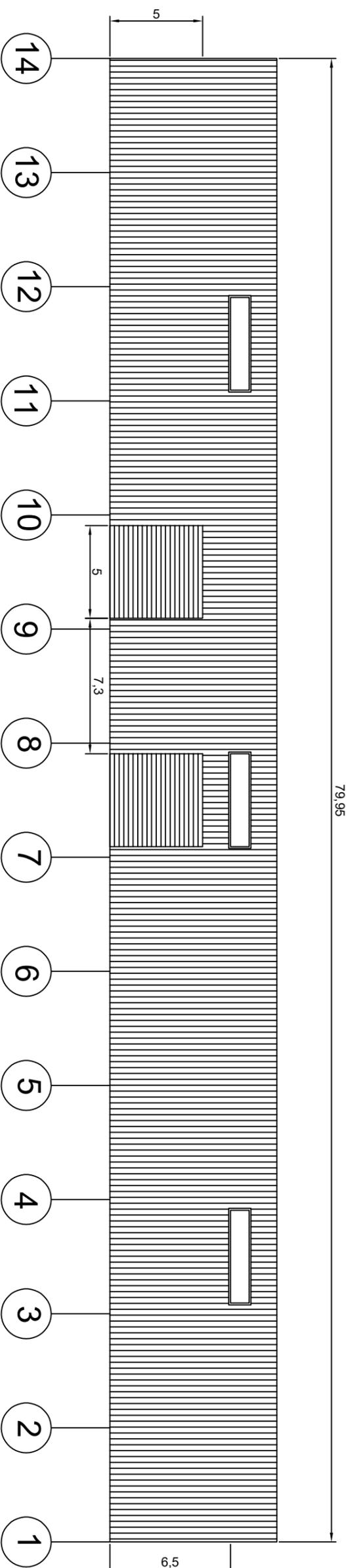


Correas en cubiertas  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-180x3.0  
 Separación: 1.75 m.  
 Número de correas: 20  
 Peso lineal: 150.76 kg/m  
 Correas en laterales  
 Tipo de Acero: S275  
 Tipo de perfil: IPE 120  
 Separación: 1.50 m.  
 Número de correas: 14  
 Peso lineal: 145.07 kg/m

ALINEACIÓN E



ALINEACIÓN A





UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGIAS  
INDUSTRIALES

Proyecto:

PROYECTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE  
INDUSTRIAL LOGÍSTICA DE 2400 M<sup>2</sup>  
SITUADA EN RIBA-ROJA DE TÚRIA

Plano:

CERRAMIENTO DE CUBIERTA

Autor:

DAVID DÁVILA MARTÍNEZ

Fecha:

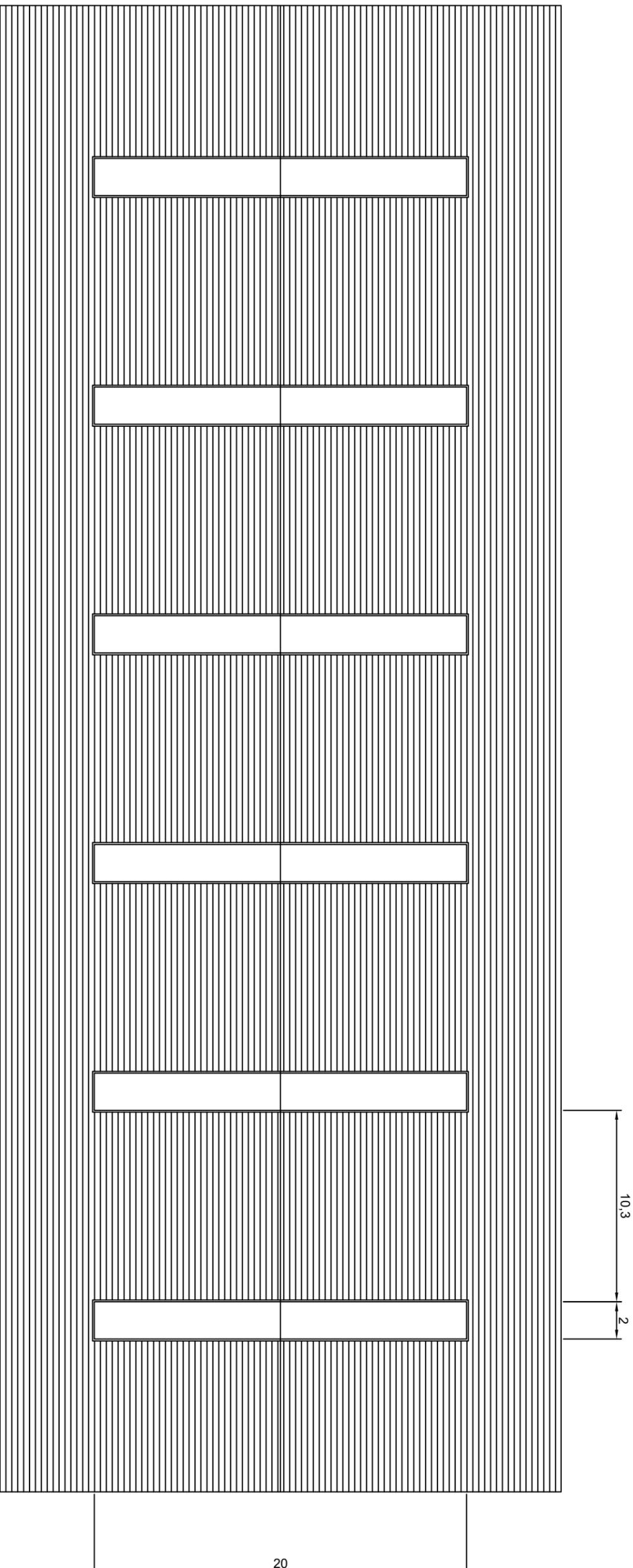
JUNIO 2019

Escala:

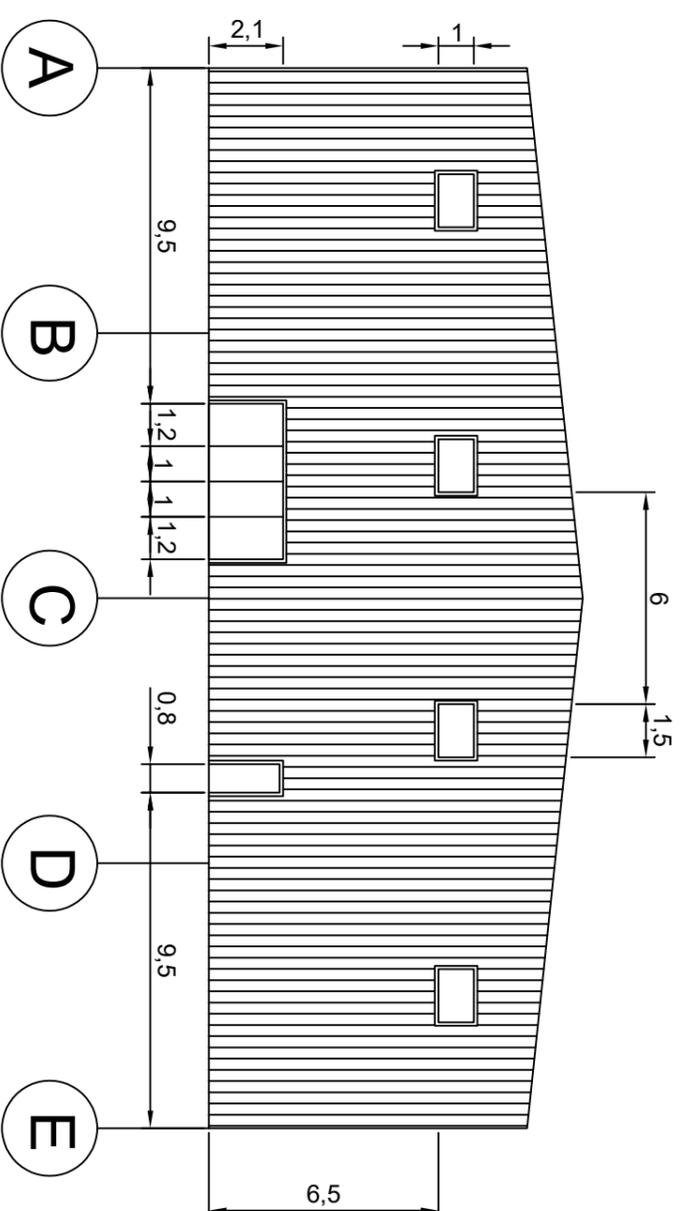
1:250

Nº Plano:

15



### ALINEACIÓN 1



### ALINEACIÓN 14

